Entwicklung der Grundlagen für ein Baumkataster an Bundesfernstraßen im BISStra

Fachveröffentlichung der
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

bast
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

Entwicklung der Grundlagen für ein Baumkataster an Bundesfernstraßen im BISStra

von

Udo Schröder, Helmut Recher, Daniel Knecht, Stein Haaland
Watergisweb AG, Bern

Impressum

Fachveröffentlichung zu Forschungsprojekt: 03.0622
Entwicklung der Grundlagen für ein Baumkataster an Bundesfernstraßen im BISStra

Fachbetreuung:
Dominik Schmitt

Referat:
Straßenentwurf, Verkehrsablauf, Verkehrsregelung

Herausgeber:
Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
Brüderstraße 53, D-51427 Bergisch Gladbach
Telefon: (0 22 04) 43 - 0

https://doi.org/10.60850/fv-v8

Bergisch Gladbach, Oktober 2025

Es wird darauf hingewiesen, dass die unter dem Namen der Verfasser veröffentlichten Berichte nicht in jedem Fall die Ansicht des Herausgebers wiedergeben. Nachdruck und photomechanische Wiedergabe, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen, Stabsstelle Presse und Kommunikation.

bast
Bundesanstalt für
Straßen- und Verkehrswesen

Kurzfassung – Abstract

Entwicklung der Grundlagen für ein Baumkataster an Bundesfernstraßen im BISStra

Bäume und Alleen wurden bereits in den zurückliegenden Jahrhunderten entlang von Verkehrswegen gepflanzt, dienten der Orientierung, boten Schutz vor der Witterung und waren auch als Holzlieferant geschätzt (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016a). Heute sind die oft alten Baumbestände entlang der Straßen ein wertvolles Naturgut, denn Alleen und Baumreihen sind Lebensraum, Brutstätte und Nahrungsquelle für zahlreiche, oft geschützte Tiere und nehmen insbesondere in landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten wichtige Biotopverbundfunktionen wahr (Bütler 2020; Oettel 2021). Alleen sind prägende Landschaftselemente und ein Kulturgut, das es zu schützen und zu erhalten gilt.

Als bedeutende Komponenten der Verkehrsinfrastruktur müssen Bundesfernstraßen sicher und leistungsfähig sein. Abkommensunfälle in baumbestandenen Straßenabschnitten ohne Schutzeinrichtung sind beim Aufprall auf Baum durch eine besondere Unfallschwere mit hohem Verletzungsrisiko gekennzeichnet (Bakaba und Kühn 2009).

Um den kontroversen Nutzungs- und Schutzansprüchen der unterschiedlichen Interessengruppen entgegenzuwirken und den Alleenschutz mit der Straßenverkehrssicherheit zu vereinbaren, wurde 2016 die fraktionsübergreifende Parlamentsgruppe „Kulturgut Alleen“ gegründet (Göppel und Centgraf 2016). Für das Alleenmanagement und zur Erfolgskontrolle von Massnahmen zum Schutz, Erhalt und zur Förderung von Alleen wird von der Parlamentsgruppe das Erstellen eines bundesweiten Alleenkatasters gefordert.

Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt trägt das BMDV der Forderung aus der Politik Rechnung, ein bundesweit einheitliches Baumkataster zu realisieren und regelmäßig zu aktualisieren. Die Datengrundlagen für das bundesweite Baum- und Alleenkataster an Bundesfernstraßen werden unter Berücksichtigung umwelt- als auch verkehrstechnischer Aspekte definiert und mit Datenlieferanten und Interessengruppen abgestimmt. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wird ein Datenmodell entwickelt, welches als neue Fachschale im BISStra integriert wird.

Die Entwicklung des bundeseinheitlichen Baumkatasters wird als Querschnittsprojekt betrachtet, in welchem durch die Vernetzung von Informationen die Effizienz / Wirtschaftlichkeit verbessert und der Wissensstand erhöht wird. Das zu erstellende Baumkataster wird aus einer übergeordneten Sicht betrachtet. Bei der Identifikation der Grundlagen werden die Bereiche Verkehrssicherheit, Landschaftselement / Kulturgut, Schutzstatus und Schutzwürdigkeit, Umwelt, Natur und Ökologie mit vergleichbarer Intensität analysiert.

Eine bundesweit einheitliche Definition von Alleen und Baumreihen existiert bisher nicht (Peters et al. 2022). Um die einheitliche Verwendung des Begriffs sicherzustellen, werden die Begriffe „Allee“ und „Baumreihe“ im Kontext des bundesweiten Baumkatasters definiert.

Aus Sicht der Straßenverkehrssicherheit werden Bäume an Straßen primär als Hindernisse wahrgenommen, die zu einem erhöhten Unfallrisiko mit schweren Unfallfolgen führen (Schreck-von Below 2021). Zur Vermeidung von Baumunfällen und zur Minderung der Unfallschwere, haben die Bundesländer verschiedene verkehrstechnische Maßnahmen ergriffen (Bakaba und Lippold 2021). Die Autoren zeigen mit Wirkungsanalysen, dass sich neben Fahrzeugrückhaltesystemen auch Überholverbote und Beschränkungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeiten in Verbindung mit Geschwindigkeitskontrollen als geeignete Maßnahmen erwiesen haben.

Früher analog geführte Baumkataster liegen heute digital vor und sind eine unabdingbare Hilfe bei der Baumkontrolle und -pflege. Neben Sicherstellung und Erhalt eines gesunden Zustands der Bäume, ist der Verkehrssicherungspflicht und der Gefahrenabwehr Rechnung zu tragen. Bis auf Baden-Württemberg führen alle Flächenbundesländer ein digitales Baumkataster oder bauen ein solches auf. Daten zu Straßenbäumen der Stadtstaaten Berlin, Hamburg, Bremen werden von der Autobahn GmbH geführt.

Basierend auf der Literaturrecherche und in Abstimmung mit den Stakeholdern (Bundesländer, Autobahn GmbH, Fernstraßen-Bundesamt, Bundesanstalt für Straßenwesen) wurde ein logisches Datenmodell erstellt und die Lieferbarkeit der Attribute (kurz-, mittel-, oder langfristig) ermittelt. Die vier Aufgabenbereiche Verkehrssicherheit, Schutzstatus, Umwelt / Natur und Landschaftselement / Kulturgut wurden auf fachlich zusammengehörende Komponenten verteilt. Mit der Umsetzung in ein datenbankspezifisches Datenmodell wurde die ASB-Konformität sichergestellt. Neben der Schreibweise zur Modellgestaltung und Definition von

Tabellen wurden Mechanismen zum Umgang mit Datenlücken und Inhomogenitäten berücksichtigt. Aus dem Datenmodell wurden SQL-Skripte für die Integration ins BISStra erstellt.

Mit Testdaten aus den Bundesländern RP, NRW und MV wurde die Datenübernahme länderspezifischer Baumkatasterdaten in das bundesweit einheitliche Datenmodell geprüft. Inhomogene Daten und Datenlücken wurden identifiziert und mit den vorgesehenen Mechanismen erfolgreich bearbeitet. Alle Testdaten konnten in das Modell überführt werden.

Die gegenwärtig verfügbaren Daten in der BISStra-Fachschale Baumkataster ermöglichen bereits die Durchführung zahlreicher Analysen und Monitoringaufgaben. Beispiele aus den Bereichen Umwelt / Natur sind die geographische Verteilung der Baumarten, inklusive Alter und Zustand sowie die Auswirkung von Trockenheit oder Streusalz auf die Baumgesundheit. Die vorgeschlagene Alleedefinition ermöglicht erstmals ein bundesweites Monitoring zum Bestand und zur Entwicklung der Alleen, inklusive der Identifikation von Lücken und der Ermittlung des Ausdünnungsgrad der Alleen. Mit den Baumstandorten, den Abständen der Bäume zueinander und zum Fahrbahnrand, sowie dem Stammdurchmesser stehen wichtige Eingangsgrößen für die netzweite Sicherheitsbewertung im Sinne der EU-Direktive RL 2019/1936 zur Verfügung.

Die netzweite Sicherheitsbewertung für Bundesfernstraßen erfordert die Kenntnis aller ortsfesten nicht verformbaren Hindernisse im Straßenseitenraum, die nicht durch Fahrzeugrückhaltesysteme geschützt sind. Neben Bäumen sind dies Ingenieurbauwerke (Brücken, Tunnelportale) und Objekte der Straßeninfrastruktur (Signalmaste, Notrufsäulen, u.a.). Alle genannten Hindernisse sind digital in unterschiedlichen Fachsystemen verfügbar und könnten über Schnittstellen in ein Gefahrenkataster überführt werden. Inhalte, Schnittstellen und Anwendungen für ein Gefahrenkataster werden in einer Ideenskizze beschrieben.

Folgerungen aus den Untersuchungsergebnissen, Vorschläge für die Nutzung der Forschungsresultate in der Praxis sowie Ideen für neue Forschungsthemen, mit welchen die Daten das Baumkatasters in Wert gesetzt werden, finden sich in der Schlussbetrachtung.

Namentlich mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) könnten im umfangreichen Datenbestand des Baumkatasters Muster und Charakteristiken für umwelt- und naturrelevante Fragestellungen identifiziert werden. KI könnte auch dazu dienen die Baumkontrolle effizienter und wirtschaftlicher zu gestalten. Solche Forschungsprojekte könnten im europäischen Kontext lanciert werden.

Development of a foundation for a tree register on federal highways for BISStra

Trees and tree-lined avenues have been planted along traffic routes for centuries, serving as landmarks, providing protection from the weather, and being valued as a source of wood (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016a). Today, trees, often very old, standing along roads are valuable natural assets. Trees and avenues (here defined as rows of trees) are important habitats, breeding grounds, and food sources for numerous, often protected, species. Trees play an important role in biotope connectivity, especially in areas intensively used for agriculture (Bütler 2020; Oettel 2021). Trees and avenues are also defining landscape elements and a cultural heritage that should be protected and preserved.

On the other hand, federal highways are important components of the transport infrastructure, and must be safe and efficient. Accidents involving vehicles veering off the road and colliding with roadside trees without protective barriers are often causing severe injuries (Bakaba and Kühn 2009).

To address the conflicting demands of different interest groups and reconcile flora protection with road safety, the cross-party parliamentary group "Kulturgut Alleen" was established in 2016 (Göppel and Centgraf 2016). The parliamentary group calls for the creation of a nationwide avenue register for avenue management and to monitor the success of measures for the protection, preservation, and promotion of avenues.

The present research project addresses the demand to implement and maintain a uniform national avenue and tree database. The data foundation for this database has been defined by considering both environmental and traffic-related aspects, and is coordinated with data suppliers and interest groups. A data model has been developed from the insights gained. This data model will be integrated as a new specialist layer in the Federal Highway Information System (BISStra).

The development of the national avenue and tree database is a cross-sectional project, improving efficiency and increasing knowledge through synthesis of information from several sources. The database will be considered from an overarching perspective, where elements include traffic safety, landscape elements, cultural heritage, protection status and worthiness, environment, nature and ecology.

A nationwide uniform definition of avenues and tree rows does not currently exist but would be helpful for management of avenues and for analyses of accidents involving trees. To ensure the uniform use of terms, the terms "avenue" and "tree row" are defined in the context of the nationwide tree register.

From a road safety perspective, trees and other vegetation along roads are primarily seen as obstacles that increase the risk of severe accidents (Schreck-von Below 2021). To prevent accidents involving roadside trees, and reduce their severity, the federal states have implemented various traffic engineering measures (Bakaba and Lippold 2021). Analyses have shown that in addition to vehicle safety systems like collision warning systems and automatic braking systems, traffic regulations such as overtaking bans and speed limit restrictions enforced by traffic controls have proven effective.

Earlier and existing tree registers are now widely available in digital form and are an indispensable tool for tree inspection and maintenance. In addition to ensuring and maintaining the healthy condition of trees, road safety obligations and hazard prevention must be considered. All federal states, except Baden-Württemberg, currently maintain or are developing digital tree registers. Data on roadside trees in the city-states of Berlin, Hamburg, and Bremen are managed by Autobahn GmbH.

Based on literature research, and in consultation with stakeholders (Bundesländer, Autobahn GmbH, Fernstraßen-Bundesamt, Bundesanstalt für Straßenwesen), a data model was created, and identification of data attributes (short-, medium-, or long-term) was conducted. The four areas; traffic safety, protection status, environment/nature, and landscape elements/cultural heritage were distributed among related components. The implementation into a database-specific data model ensured ASB (Anweisung Straßeninformationsdatenbank) compliance. A model design and definition of database tables as well as methods for handling data gaps and inconsistencies were addressed. Based on the model, several Structured Query Language (SQL) scripts were created for integration into BISStra.

Test data from the federal states of Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, and Mecklenburg-Vorpommern were used to test the integration of state-specific tree register data into the national uniform data model. Inhomogeneous data and data gaps were identified and successfully processed using the planned mechanisms. All test data were transferred into the model.

The currently available data in the BISStra tree register module already enable numerous analyses and monitoring tasks. Examples from the environment/nature sector include the geographical distribution of tree species, including age and condition of individual trees, as well as the impact of drought or road salt on tree health. The proposed definition of “avenue” allows for nationwide monitoring of the status and development of avenues, including identifying gaps (i.e., stretches of missing trees) and determining the time evolution (e.g., thinning rate) of avenues. The location of trees, their trunk diameter, distances between adjacent trees as well as distance between trees and the road are all important input parameters for a network-wide safety assessment in accordance with EU Directive RL 2019/1936.

A network-wide safety assessment for federal highways requires knowledge about all fixed, non-deformable obstacles along the roadside that are not protected by vehicle safety systems. In addition to trees, these include engineering structures (e.g., bridges, tunnel portals) and road infrastructure objects (road signage elements, emergency call pillars, edge barriers etc.). Information about such obstacles are already digitally registered and available from specialized databases. This information could be integrated into a centralized hazard register through application programming interfaces (APIs). The data content, interfaces, and potential applications for such a hazard register are outlined in this report.

Conclusions from the research results, suggestions for the practical use of the research findings, and ideas for new research topics that could utilize the tree register data are also found in the summary section of this report. In particular, methods utilizing artificial intelligence (AI) could potentially identify patterns and characteristics in the extensive tree register data relevant to environmental and nature-related questions. AI could also make tree inspections more efficient and economical. Such research projects could be launched in a European wide context.

Summary

Development of a foundation for a tree register on federal highways for BISStra

1 Background

Tree-lined avenues and rows of trees along roads are landscape-defining elements and a cultural heritage of high natural value. These trees, some of which are very old, are also important habitats and provide food for a variety of protected species (Bütler 2020). Avenues, in this report loosely defined as a coherent row of similar trees along a stretch of road, are migration paths and biotopes for fauna and flora, thus making an important contribution to the preservation of biodiversity (Oettel 2021).

A significant portion of federal highways in Germany is lined with avenues. On the other hand, federal highways constitute an important part of the transport infrastructure and carries a significant fraction of goods and passenger traffic in the country. Roads must therefore first and foremost be efficient and safe. Analyses show that accidents involving vehicles veering off the road along tree-lined sections, in particular along road segments without guardrails, are prone to high risk of severe injury (Bakaba and Kühn 2009).

To address the conflicting demands of different interest groups and reconcile tree protection with road safety, the cross-party parliamentary group "Kulturgut Alleen” was established in 2016 (Göppel and Centgraf 2016). This parliamentary group calls for the creation of a nationwide register as a tool for avenue management and to monitor the success of measures for the protection, preservation, and promotion of avenues.

2 Objective of the Research Project

With the present research project, the requirement to implement a nationwide, standardized tree register has been fulfilled, and a data model for a tree register to be integrated into the the Federal Highway Information System (BISStra) has been developed.

The data foundation for a nationwide tree and avenue register on federal highways must be defined with both environmental and traffic-related aspects in mind and coordinated with relevant interest groups. The broadly designed tree register described in this report will be integrated as a specialist layer in the Federal Highway Information System (BISStra) and could be used for a wide range of analyses and monitoring tasks. In addition to addressing environmental and nature-related questions, the tree register will provide important input data for network-wide safety assessment in accordance with EU Directive 2019/1936 (EP & RAT EU 2019a). In addition, the tree register is designed to provide the foundation for the avenue management as stipulated by the parliamentary group "Kulturgut Alleen”.

To ensure a common understanding of terms among all parties involved, the terms "avenue" and "tree row" must be defined in the context of the research project.

3 Methodology

The development of the national tree register has been viewed as a cross-sectional project, improving efficiency, and increasing knowledge by combining information from multiple sources. The data model for the tree register will be considered from an overarching perspective. To identify the foundations for such a tree register, the relevance of traffic safety, landscape elements/cultural heritage, protection status and worthiness, environment, nature, and ecology has been analyzed with comparable intensity.

The state of science and technology regarding tree registers has been reviewed through an extensive literature search and evaluated with focus on the project objectives. The search specifically targeted research projects, user reports, and experiences in the development and operation of similar databases and registers, as well as data models, geodata, interfaces, and technical solutions.

With the insights gained, a survey was conducted among potential data providers, i.e., the 13 federal states, Autobahn GmbH (a private entity handling tree registers for Berlin, Hamburg, and Bremen), and municipalities with more than 300,000 inhabitants. Using a questionnaire, the present existence of tree registers, their objectives, technical implementation and specific content were queried. Based on the findings from the literature analysis and the survey, the potential contents for a nationwide standardized data model were thereafter compiled. A draft of the data model was presented in an expert workshop and discussed with participants from the federal states, Autobahn GmbH, and other stakeholders. With the insights gained from the workshop, a logical data model was created, in which the contents were thematically grouped into entities and relations between the entities were defined. In close coordination with the BISStra specialists, the Anweisung Strasseninformationsdatenbank (ASB) conformity of the data model was ensured to facilitate its integration as an independent module in BISStra. The practical applicability of the model was tested by importing test data from three federal states.

4 Results

Unlike existing tree databases, which are primarily used for documenting tree inspections, the new nationwide tree register provides an overarching perspective on street trees and tree-lined avenues. The data model developed in the research project is deliberately broad in scope, and we are fully aware that not all information can be provided by all data suppliers at present. The new database includes information from environmental, natural, landscape element, and cultural heritage sectors, as well as protection status and worthiness, along with data on tree inspections and road safety. This made it possible to develop a data model that can be integrated and maintained as an independent module in the BISStra system.

Within an intermediate (2-5 years) or long term (>5 years) perspective, the goal is that all information should be available from this new register. The federal states should be supported with appropriate federal programs to achieve this if required (Bundesministerium für Umwelt et al. 2023; Bundesministerium für Digitales und Verkehr, 2023).

- Basic characteristics such as tree species, age, and trunk diameter, as well as tree locations and their distances from the edge, are known from inspections by the local road authorities. This information can be provided by most data suppliers on short notice.
- Environmental and nature-related information is currently collected by only a few data suppliers, and to a limited extent. Identifying habitat trees, recording the fauna living in them, and regular monitoring of these require specialized personnel presently not always available. Consequently, detailed recording of environmental and nature-relevant information is often only possible for selected road sections, but not for all avenues in a federal state.
- Information on avenues as landscape elements and cultural heritage is very limited, mainly due to the lack of a uniform national definition of avenues (Peters et al. 2022). As part of the present project, a new, more precise definition of avenues was therefore suggested. This definition is based on objective and transparent criteria and can easily be implemented using geographical information system (GIS) technology.
- The new data model takes modern vehicle safety systems into account. However, responsibilities for tree inspections on one side and evaluation of road infrastructure and vehicle systems on the other side, are usually separated divided between different branches among road authorities. Information on vehicle safety systems is therefore not always available.
- An unknown factor in data deliveries is the completeness in terms of a complete recording of all trees in the roadside area, and in partly in terms of attributes registered. This is an aspect that must be considered for safety analyses.

The incorporation of state-specific data into the nationwide uniform data model was tested with data from the states of Rheinland-Pfalz, Nordrhein-Westfalen, and Mecklenburg-Vorpommern. Inhomogeneous data and data gaps were identified and successfully resolved, and the test data could be transferred into the model.

Even though data are still collected at different depths, a broad spectrum of analyses and monitoring tasks can already be carried out based on the tree database, with the provision that it contains the corresponding information. Examples of monitoring include the geographical distribution of tree species, their age and

health status, the impacts of climate change (e.g., drought and altered precipitation patterns), the proportion of habitat trees, and known information on the residing fauna. Questions regarding the development of new tree species and their resistance to environmental influences can also be answered, as can the proportion and distribution of SAC habitats in tree-lined road sections.

The management plan for avenues mandated by the parliamentary group requires an up-to-date, uniform overview of avenues in Germany, which would be provided by the implemented and to be filled tree register outlined in this report. The overarching view of avenue management requires, in addition to the already mentioned environmental and nature-related information, registration of features of avenues as landscape elements and cultural heritage. There is still some need for action to ensure that all users follow a coherent and uniform registration procedures.

Presently, a nationwide and uniform definition of avenues and their attributes does not exist (Peters et al. 2022, p. 4). In the context of the research project, a definition of the terms "avenue" and "tree row" is proposed. These definitions are based on objective criteria, and easily implementable with existing GIS solutions. Key parameters include quantitative measures such as the minimum length of an avenue, spacing between individual trees, gaps (missing trees in a row), and the degree of thinning. Subjective descriptive properties such as homogeneity or visual appearance are not considered. The minimum length of 100 m takes into account existing definitions of avenues in individual federal states. The maximum allowable spacing between trees in a row is a pragmatic value determined by the maximum growth height of the tree species.

In addition to this technical definition of avenues, a "historical" definition is outlined. To identify the relevant areas, the locations of the original avenues must first be determined from the historical maps and plans. In a second step, it has to be checked to what extent parts of these historical avenues still exists. "Historical" avenues could be considered in avenue management.

Tree locations, the distances between trees and to the road edge, as well as trunk diameter, are important input parameters for the network-wide safety assessment in accordance with the EU Directive RL 2019/1936 (EP & RAT EU 2019a).

Using the data from the proposed tree register in conjunction with the definition of “avenue”, roadside greenery can be classified according to problem-specific criteria. The typification of street trees can be used as an input parameter for accident analyses and enables better comparability of results (Schreck-von Below 2021, p. 135). Measures by the states to prevent accidents on tree-lined roads and their impact on traffic accidents can also be analyzed nationwide. Impact analyses can be carried out by incorporating accident data.

5 Conclusion and Outlook

For the first time, the proposed tree register provides a nationwide uniform data basis for roadside trees along federal highways, containing both environmental and nature-related information and road safety data. In the future, data from state and district roads could be recorded in the same data model.

The outlined utilization requires that the tree registry is continuously maintained and kept as updated as possible. The researchers therefore recommend an annual update, as roadside trees must be considered as dynamic objects that changes over short time periods.

Fixed, non-deformable obstacles in the roadside area without protective measures pose a similar accident hazard with an increased risk of injury for road users if they veer off the road, just like trees do. According to RPS 2009 engineering structures (tunnel portals, bridges, buildings at risk of collapse) and road infrastructure objects (emergency call pillars, masts, and poles) are also considered obstacles (BASt 2020, pp. 4–5). Depending on design, structures for road support or noise suppression can also constitute obstacles depending.

For network-wide safety analyses and hazard prevention, the locations and characteristics of these unprotected obstacles, as well as information on topography (roadside slopes), are important input parameters that should ideally be maintained in a hazard register.

To create a hazard register, a data model must be designed, and interfaces developed to compile, homogenize, and ingest existing digital data from relevant sources. If the technical objects of road infrastructure are increasingly managed in BIM in the future (Federal Ministry for Digital and Transport, 2023a), this could simplify the development of interfaces.

With further research projects, the data of the proposed tree database can be utilized, and their informational content expanded. Applications of artificial intelligence (AI) should be particularly examined:

- Characterizing avenues using AI, and Deep Learning techniques: The definitions of avenues by the federal states describe avenues as homogeneous tree rows with a uniform appearance (trees of the same species, age, and with uniform distances from each other and the road edge). Avenues are identified by experts based on these "soft" criteria. AI-supported methods would be suitable for a nationwide uniform and objective definition of avenues based on the tree database. Such a project could also be initiated in a European context.
- Identifying road sections with high natural value: Capturing nature and environment-related information is time-consuming and requires trained personnel. This is especially true for identifying habitat trees. With limited personnel and limited financial resources in the states, only a few sections can be manually analyzed in detail. AI-supported methods could potentially help identifying sections (test data) based on the characteristics of analyzed sections (training data), which experts would then examine on-site in more detail (verification data). Such a scheme would enable a more efficient utilization of experts.
- Cross-sector research on the significance of street trees for the environment, nature, climate change, biodiversity, and tree health: The proposed tree database provides an extensive, updated data basis on trees, geographically and content-wise, which is predestined to address environmental and nature-related questions together with research institutions and organizations. Combining specific knowledge from various stakeholders can provide new insights for the preservation and expansion of avenues, and answers questions about environmental evolution and landscape significance.

Bibliography

Bakaba, Jean Emmanuel; Kühn, Matthias (2009): Unfallforschung kompakt. Bekämpfung von Baumunfällen auf Landstraßen. Unfallforschung der Versicherer. Berlin (13).

Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) (2020): Einsatzempfehlungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS 2009). Available at: https://www.bast.de/DE/Publikationen/Regelwerke/Verkehrstechnik/Downloads/V4-Einsatz-Rueckhaltesysteme.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Accessed: 31 August. 2023.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2023a): BMDV - Masterplan für die Digitalisierung im Bundesfernstraßen-Bau. Unter Mitarbeit von Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Hg. v. Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV). Available at https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/masterplan-bim-bundesfernstrassen.html. Accessed: 02 September 2023.

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) (2023b): BMDV - Verkehrssicherheitsprogramm 2021 bis 2030. Available at: https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Verkehrssicherheit/verkehrssicherheitsprogramm-2021-bis-2030.html. Accessed: 15 September 2023.

Bundesministerium für Umwelt; Naturschutz; nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV); www.bmuv.de (2023): Das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) der Bundesregierung in Kürze. Available at: https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/ank_kurzfassung_bf.pdf. Accessed 07 December 2023.

Bütler, Rita (2020): Habitatbäume kennen, schützen und fördern (Merkblatt für die Praxis, 64).

Göppel, Josef; Centgraf, S (2016): Kulturgut Alleen für die Zukunft erhalten. Erklärung der Parlamentsgruppe Kulturgut Alleen. Available at: https://mdb.goeppel.de/fileadmin/template/goeppel/user_upload/Texte/2016/160908_Beschluss_Parlamentsgruppe_Kulturgut_Alleen.pdf, Accessed: 15 September 2023.

Oettel, Janine (2021): Trittsteinbiotope. Hg. v. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. Available at: https://trittsteinbiotope.at/trittsteinbiotope/. Accessed: 24 April 2024.

Peters, Jürgen; Luttmann, Katharina; Wilitzki, Annemarie; Torkler, Frank (2022): Alleen und Baumreihen an Straßen und Wegen. Eine Anleitung zur Kartierung, zur Pflanzung und zum Schutz. Erstellt im Rahmen eines FuE-Vorhabens der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Osnabrück und Eberswalde.

Schreck-von Below, Benjamin (2021): Straßenbepflanzung und Verkehrssicherheit. Ermittlungen unfallbeeinflussender Merkmale auf Basis empirischer Modelle unter besonderer Berücksichtigung der Bepflanzung im Seitenraum von Landstraßen. Bremen: Fachverlag NW in Carl Ed. Schünemann KG (Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen V, Verkehrstechnik, Heft V 349).

Inhalt

1 Einleitung 14
1.1 Verkehrsweg Straße 14
1.2 Straßenverkehrssicherheit und Unfallvermeidung 15
1.3 Umwelt und Natur 16
1.4 Schutz- und Nutzungsansprüche 16
1.5 Baumkataster 17
2 Projektziele 18
2.1 Umwelt und Natur 18
2.2 Landschaftselement, Kulturgut 19
2.3 Schutz / Schutzstatus / Schutzwürdigkeit 19
2.4 Straßenverkehrssicherheit, Verkehrssicherheit 19
3 Lösungskonzept 21
3.1 Vorgehen 21
4 Recherche zum Stand der Wissenschaft und Technik 23
4.1 Literaturverwaltung in Citavi 23
4.2 Suchräume und Suchkriterien 23
4.3 Auswertung der Literatur 23
4.4 Verkehrssicherheit und -infrastruktur 25
4.4.1 Richtlinien 25
4.4.2 Sicherheitsanalysen 26
4.4.3 Fahrzeugrückhaltsysteme 26
4.4.4 Unfallforschung 26
4.4.5 Unfallvermeidung 28
4.5 Rechtlicher Schutz von Alleen 30
4.6 Alleen als Landschaftselement / Kulturgut 31
4.6.1 Landschaftselement 31
4.6.2 Kulturgut 31
4.7 Alleen als Naturgut 33
4.7.1 Bestand und Zustand der Alleen 33
4.7.2 Baumarten der Alleen 34
4.7.3 Naturwert von Alleen 36
4.7.4 Eigenwert der Alleebäume 36
4.7.5 Alleebäume als Futterpflanze für Tiere 37
4.7.6 Alleen als geschützter Lebensraum nach FFH-Richtlinie 37
4.7.7 Habitatbäume 38
4.7.8 Biotopverbund 40
4.8 Alleenmanagement 40
4.8.1 Alleenerneuerung - Alleenkonzepte 40
4.8.2 Baumartenwahl und Pflanzgutbeschaffung 42
4.8.3 Baumgesundheit 43
4.8.4 Baumpflege, Baumkontrolle 44
4.9 Baumkataster / Geodaten 45
4.9.1 Digitale Entwicklung der Baumkataster 45
4.9.2 Geodaten von Baumkatastern 46
4.9.3 Schnittstellen 46
4.9.4 Zugang-Standards für Geodaten 46
4.9.5 Straßenbäume automatisiert erfassen 46

4.10 Erkenntnisse aus den Nachbarländern 48
4.10.1 Schweiz 48
4.10.2 Österreich 49
4.10.3 Frankreich 50
5 Alleendefinition 51
5.1 Alleendefinitionen in Bundesländern 51
5.2 Entwurf einer bundesweiten Alleendefinition für Bundesfernstraßen 52
5.2.1 Begrifflichkeiten 52
5.2.2 Längen und Abstände 53
5.3 Historische Alleendefinition 53
6 Informationssammlung zu länderspezifischen Baumkatastern 55
6.1 Thematischer Kontext 55
6.2 Umfragebeteiligung 55
6.3 Umfrageergebnisse der Bundesländer 56
6.3.1 Sonderformen von Baumkatastern 57
6.3.2 Datenhaltung 57
6.3.3 Lagegenauigkeit der Baumstandorte 58
6.4 Umfrageergebnisse der kreisfreien Städte über 300 000 Einwohner 58
7 Definition und Abstimmung der Inhalte eines bundesweiten Baumkatasters 59
7.1 Arbeitsschritte zur Erstellung des Datenmodells 59
7.2 Inhaltliche Beschreibung des Datenmodells 59
7.2.1 Inhaltliche Abstimmung mit den Stakeholdern 62
7.2.2 Datenverfügbarkeit 63
7.3 Erstellung des logischen Datenmodells 64
7.4 Definition des System-Kontexts ASB, BISStra, OKSTRA 66
7.5 Vollständige Beschreibung des Datenmodells 67
7.6 Bereitstellen der SQL-Skripte 68
8 Datenübernahme, inhomogene und unvollständige Daten 69
8.1 Unvollständige Daten 69
8.2 Inhomogene Daten 69
8.3 Validierung der Datenübernahme mit Testdaten 70
8.3.1 Rheinland-Pfalz 70
8.3.2 Nordrhein-Westfalen 71
8.3.3 Mecklenburg-Vorpommern 72
8.4 Fazit 73
9 Netzweite Sicherheitsanalyse und Aspekte der Verkehrssicherheit 74
9.1 Hindernisse im Straßenseitenraum 74
9.2 Integration von Hindernissen in das Baumkataster 75
9.3 Fachschale mit Hindernissen für netzweite Sicherheitsanalysen 75
10 Schlussbetrachtung, Fazit 77
Literaturverzeichnis 81
Tabellen 92
Bilder 92
Anhänge 93

Die Anlagen 1-4 zum Bericht sind im elektronischen BASt-Archiv ELBA
unter https://bast.opus.hbz-nrw.de abrufbar.

Abkürzungen

Abkürzung	Erläuterung
ASB	Anweisung Straßeninformationssystem
BASt	Bundesanstalt für Straßen- und Verkehrswesen
Baumunfall	Unfälle mit Aufprall auf Baum
BB	Brandenburg
BE	Berlin
BfN	Bundesamt für Naturschutz (historisch)
BFStr-Netz	Bundesfernstraßennetz
BISSta	Informationssystem Straße
BMV	Bundesministerium für Verkehr (historisch)
BMDV	Bundesministerium für Digitales und Verkehr
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
DVR	Deutscher Verkehrssicherheitsrat
EP	Europäisches Parlament
ERM	Entity-Relationship-Modell. Graphische Darstellung eines relationalen Datenbankmodells
ESAB	Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume
FGS	Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V. (historisch)
FGSV	Forschungsgesellschaft für Straßen und Verkehrswesen e. V.
FLL	Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.
FRS	Fahrzeugrückhaltesystem
FStrG	Bundesfernstraßengesetz
FSV	Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr
GALK	Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz galk.de
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Unfallforschung der Versicherer
Habitatbaum	Ein lebender oder toter, stehender Baum, der mindestens ein Mikrohabitat (kleinräumige oder speziell abgegrenzte Lebensräume) trägt.
(HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
KI	Künstliche Intelligenz
MEIL	Ministerium für Energie, Infrastruktur und Landesentwicklung
MLUR	Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg
MSWV	Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr Brandenburg
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen
NW	Nordrhein-Westfalen
OKSTRA	Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen
RAT EU	Rat der Europäischen Union
RDBMS	Relationales Datenbank Management System
RP	Rheinland-Pfalz
RPS	Richtlinien für passive Schutzeinrichtungen an Straßen 2009
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SN	Sachsen
ST	Sachsen-Anhalt
Unfallgeschehen	Bezeichnet die Unfallhäufigkeit und Unfallschwere
TH	Thüringen
VKS	Verkehrssicherung
ZTV	Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen

1 Einleitung

Straßen verbinden Städte und Ortschaften und sind ein wichtiges Element der Verkehrsinfrastruktur für den Personen-, Güter- und Freizeitverkehr. Bundesweit, vor allem aber in den neuen Bundesländern säumen häufig Baumreihen und Alleen die Straßen.

Erste Alleen und Straßenbäume entlang der Verkehrswege wurden in Preußen bereits um 1713 gepflanzt (Peters et al. 2022). Sie dienten der Orientierung, dem Schutz vor Sonne und Unwettern und vereinzelt auch als Nahrungsgrundlage (Obstbäume). In Frankreich verfügte Henri II 1552 per Dekret, Bäume entlang von Verkehrswegen zu pflanzen (Association pour la Protection des Arbres en bord des Routes 2007).

Seit der italienischen Renaissance wurden Alleen von berühmten Malern wiederholt als Motiv gewählt. Alleen verbinden einen menschengemachten Verkehrsweg mit kulturgeschichtlichen und landschaftsprägenden Elementen und ermöglichen das künstlerische Spiel mit Licht und Schatten.

Alleenlandschaften. Eine Studie der SL 16

Abb. 12: Alleendarstellungen bei Van Gogh (Pappelallee im Herbst, 1884) und Edvard Munch (Kinder in der Allee, 1906)

Bild 1: Alleendarstellung in der Kunst (Tartaro und Kunz 2008, 16)

1.1 Verkehrsweg Straße

Mit der Entwicklung des Automobils, und insbesondere der rapiden Zunahme des privaten und gewerblichen Verkehrs ab den 1950er Jahren (Wirtschaftswunder)[1], wuchs der Druck auf den Verkehrsweg Straße. Prioritär waren nun hohe Kapazitäten sowie schnelle, kurze und sichere Verbindungen zwischen Städten und Produktionsbetrieben gefordert (Statistisches Bundesamt 2023a; Statistisches Bundesamt 2023b). Das heutige Autobahn- und Bundesfernstraßennetz ist ein Abbild dieser Anforderungen (Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2016).

Die Verkehrsinfrastruktur Straße trägt bereits heute die Hauptlast des Güter- und Personenverkehrs. Im nicht coronabeeinflußten Jahr 2019 wies der motorisierte Individualverkehr, bezogen auf alle Verkehrsträger, einen Anteil von 80% bei der Personenbeförderung auf (Statistisches Bundesamt 2023). Der straßengebundene Güterverkehr wies 2020 einen Anteil von 74.6% auf, 1.1% mehr als im Vorjahr. Der

[1] Bereits 1955 wurde der einmillionste VW Käfer gebaut.

schienengebundene Verkehr hatte einen Anteil von 18.3%, bei der Binnenschifffahrt verblieben die restlichen 7.1% (Statistisches Bundesamt 2023). Mit der stetigen Zunahme des Verkehrsaufkommens hat sich der Anteil des Güterverkehrs seit 2005 kontinuierlich zulasten der Straße um 3% erhöht. Dies verdeutlicht, dass der Druck auf die Verkehrsinfrastruktur weiter zunimmt (Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2016).

Mit der Zunahme des Verkehrsaufkommens werden Bäume im Straßenraum vermehrt als Hindernisse mit erhöhtem Unfallrisiko wahrgenommen (Steffen 2016). Bäume im Seitenraum sind auch limitierend bei Fahrbahnverbreiterungen (Netz 2010).

Die Straße der Zukunft muß einen effizienten Verkehrsfluß gewährleisten und den zukünftigen Anforderungen des Privat-, Güter- und Freizeitverkehrs gerecht werden. Um diesen Anforderungen zu genügen, müssen Straßen intelligent, wirtschaftlich, sicher und umweltgerecht sein. Der zukunftsträchtige und nachhaltige Ausbau und Unterhalt einer leistungsfähigen, sicheren Straßeninfrastruktur muss im Einklang mit Umweltaspekten und unter Berücksichtigung der Alleen und Straßenbäume als Landschaftselemente und historisches Kulturgut erfolgen. Gefragt ist eine sektorübergreifende Betrachtung der Straßeninfrastruktur. Mit dem "Innovationsprogramm Straße" trägt das BMDV dieser Forderung Rechnung (Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2016).

1.2 Straßenverkehrssicherheit und Unfallvermeidung

Die Verkehrssicherheit baumbestandener Straßen ist zu differenzieren in die Straßenverkehrssicherheit und in die Verkehrssicherheit im Sinne der Baumkontrolle.

Die Straßenverkehrssicherheit wird bestimmt von der Straßeninfrastruktur, dem Fahrverhalten und der Fahrzeugsicherheit. Fahrzeugrückhaltesysteme, Geschwindigkeitsbegrenzungen, Überholverbote, Markierungen, aber auch der Straßenbelag sind Beispiele für Elemente der Straßeninfrastruktur zur Verbesserung der Straßenverkehrssicherheit und Unfallvermeidung.

Die Bundesländer sind bestrebt, mit entsprechenden Maßnahmen Baumunfälle zu vermeiden und deren Unfallfolgen zu mindern (Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport 2021). Die Unfallforschung der Versicherer hat in Kooperation mit der Technischen Universität Dresden die Sicherheitsprogramme der Bundesländer zur Vermeidung von Baumunfällen systematisch erfasst und deren Wirksamkeit bewertet (Bakaba und Lippold 2021). Aus der Befragung der Straßenbauverwaltungen der 13 Flächenländer wurden vier Bundesländer vertieft betrachtet (Stauber 2004). Von 75 identifizierten Maßnahmen wurde deren Wirksamkeit mit Vorher/Nachher-Analysen untersucht. Als besonders wirksame Maßnahmen haben sich Geschwindigkeitsbeschränkungen und deren Überwachung, Überholverbote, das Einrichten von Fahrzeugrückhaltesystemen (FRS) sowie Schilder zur Anzeige der Linienführung erwiesen. Ein in Niedersachsen in den Jahren 2014/2015 gestarteter Modellversuch konnte zeigen, dass Geschwindigkeitsbeschränkungen in Verbindung mit speziellen Warntafeln schwere Baumunfälle um ein Drittel reduzieren (Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung 2013).

Erschwerend für das Einrichten richtlinienkonformer Absicherung mit FRS gemäß RPS 2009 (FGSV 2009) sind die Abstände der Straßenbäume untereinander und zum Fahrbahnrand, (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020c). Bei engen Straßenquerschnitten ist der Standardabstand der FRS zum Fahrbahnrand von 0,5 Meter oft nicht einzuhalten. Eng stehende Straßenbäume erschweren das Einrichten von FRS mit normgerechten Pfostenabständen, da diese den Wurzelraum schädigen können. Dicht am Fahrbahnrand stehende Bäume begrenzen den Wirkungsbereich und stellen erhöhte Anforderungen an die Aufhaltestufen der FRS. Mit dem Leitfaden zu Sonderlösungen zum Objekt- und Baumschutz wird den Herausforderungen baumbestandener Straßen an die Verkehrssicherheit Rechnung getragen (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020b).

Den Einfluss von insgesamt 26 Merkmalen auf das Unfallgeschehen, unter besonderer Berücksichtigung der Bepflanzung des Straßenseitenraums (14 Merkmale), hat Schreck-von Below (2021) mit empirischen Modellansätzen untersucht. Die Untersuchungen an ca. 3000 km Straßen zeigen, dass Abschnitte mit Alleen, Baumreihen, Waldbereiche und auch Einzelbäume durch eine hohe Unfallhäufigkeit und -schwere gekennzeichnet sind. Bestimmende Faktoren sind der Abstand der Bäume vom Fahrbahnrand, sowie der Abstand der Bäume zueinander. Die Unfallhäufigkeit baumbestandener Strecken ist höher als beim

baumfreien Umfeld, selbst dann, wenn FRS vorhanden sind. Unfälle mit Aufprall auf Baum bedingen ein Abkommen von der Fahrbahn, welches auf Fahrfehler, Alkoholeinfluss, überhöhte Geschwindigkeit, Überholen, Übermüdung oder übertriebene Lenkreaktionen zurückzuführen sind. Unfallbeeinflussende Merkmale der Straßeninfrastruktur sind die Linienführung und enge Kurvenradien. Als weniger relevant für das Unfallgeschehen, mit Ausnahme besonderer Situationen wie Eisglätte, sind die Straßenverhältnisse.

Die Verkehrssicherheit im Sinne der Baumkontrolle fokussiert auf Bäume im Straßenseitenraum. Die Straßenbaulastträger bzw. Private stellen mit periodischen Baumkontrollen sicher, dass von Straßenbäumen keine Verkehrsgefährdung ausgeht (Roloff 2020). Stellen Bäume aufgrund von Schäden oder anderen Ursachen wie Wuchsanomalien eine Verkehrsgefährdung dar, sind zur Gefahrenabwehr entsprechende Maßnahmen einzuleiten (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) 2017).

Die Sicherheitsbewertung des im Betrieb befindlichen Straßennetzes im Sinne der EU RL 2019/1936 erfolgt mit Verfahren der Sicherheitsanalysen nach ESN (FGSV 2003). Hierbei werden Bäume bis zu einem bestimmten Abstand zum Fahrbahnrand, die nicht durch FRS gesichert sind, als Sicherheitsdefizite bewertet. Diese Sicherheitsdefizite haben erhebliche Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit einer Straße. Ein bundesweit einheitlicher Baumkataster kann die notwendigen Eingangsdaten für die Sicherheitsanalysen bereitstellen.

1.3 Umwelt und Natur

Straßenbäume, Baumreihen und Alleen weisen individuelle Charakteristiken auf, bedingt durch Wachstum, Lebenszyklus und ihr oft hohes Alter. Prägend für das Erscheinungsbild der Alleen sind die Abstände der Bäume zueinander und zum Fahrbahnrand, sowie Baumlücken und Nachpflanzungen. Die einzelnen Bäume als auch die Baumreihen weisen einen hohen Naturwert auf und sind Lebensraum und Nahrungsquelle für eine Vielzahl von Tieren und Pflanzen (Bütler 2020). Viele ältere Bäume fungieren als Habitatbäume und bieten Lebensräume und Futterquellen für zahlreiche Vögel, Säugetiere (Fledermäuse) und Insekten. Insbesondere in stark von der Landwirtschaft geprägten Gebieten mit großen Ackerflächen sind die strukturreichen Baumreihen und Alleen wertvoll, wenn nicht gar überlebenswichtig für gewisse Tierarten. Alleen sind Migrationspfade und können als Trittsteinbiotope fungieren, um in anthropogen geprägten Landschaften isolierte Lebensräume zu vernetzen. Die Vernetzung von Habitaten ist ein Schlüsselfaktor zum Erhalt und zur Förderung der Biodiversität (Oettel 2021). Einige Bäume haben den Status eines Naturdenkmals erreicht (BayernAtlas 2024), oder ganze Alleen unterliegen dem Naturschutz.

Mit der wachsenden Sensibilisierung der Bevölkerung für Themen wie Umwelt, Natur, Ökologie, Klima und Nachhaltigkeit rücken Straßenbäume und Alleen vermehrt in den Fokus der Öffentlichkeit. Hieraus resultiert die Forderung, dass umwelt- und naturschutzrelevante Anforderungen bei Planungs- und Bewilligungsprozessen berücksichtigt werden. In diese Richtung zielt auch das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) des BMUV (2023) ab, welches explizit auch Verkehrsflächen nennt (Bundesministerium für Umwelt et al. 2023). Das BMUV schlägt zur Umsetzung klima- und umweltrelevanter Projekte die Bildung von Kompetenzzentren vor, um alle Beteiligten (Straßenbehörden, Umwelt, Landwirtschaft, Tourismus) in Planungs- und Entscheidungsfindungsprozesse miteinzubeziehen.

1.4 Schutz- und Nutzungsansprüche

Baumbestandene Straßenabschnitte müssen den Anforderungen bezüglich Straßenverkehrssicherheit ebenso genügen, wie den breitgefächerten Bedürfnissen des Natur- und Umweltschutzes sowie des Landschaftsbildes (Weiß 2021, Bundesministerium für Umwelt et al. 29.03.2023). Straßenbäume und Alleen stehen deshalb oft im Spannungsfeld kontroverser Nutzungs- und Schutzansprüche der unterschiedlichsten Stakeholder, wie beispielsweise Straßenbaulastträger, Organisationen und Fachstellen des Natur- und Umweltschutzes, Bundesministerien und nicht zuletzt Vereine und Bürgerinitiativen.

Ihre Bedeutung für das Zusammenwirken von Natur, Kultur und Gesellschaft spiegelt sich in verschiedenen Gesetzen zum Naturschutz und zur Landschaftspflege wider.

Der Schutz der Alleen durch das Bundesnaturschutzgesetz beruht auf deren besonderen Bedeutung für das Landschaftsbild und die Natur mit ihren Lebensräumen für Flora und Fauna (BNatSchG 2023). Auch

auf Landesebene werden Straßenbäume und Alleen per Gesetz oder Verordnungen geschützt, Beispiel Sachsen-Anhalt (Naturschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (NatSchG LSA) 2023). Eine Übersicht der geltenden Grundlagen finden sich in (Peters et al. 2022). Der Schutzstatus von Alleen gewährleistet, dass Eingriffe durch den Straßenbau mit entsprechenden Maßnahmen auszugleichen sind (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2010b; BNatSchG 2023).

Mit dem Ziel, die oft kontroversen Ansichten bezüglich Straßenverkehrssicherheit und den Alleenschutz zu vereinbaren, wurde 2016 fraktionsübergreifend die Parlamentsgruppe "Kulturgut Alleen" gegründete (Göppel 2023). Zur Wahrung und Verbesserung der Straßenverkehrssicherheit für baumbestandene Straßenabschnitte werden Maßnahmen wie Geschwindigkeitsbegrenzungen und deren abschnittweise Überwachung (Section Control), Überholverbote bei eingeschränkter Sicht oder die Flexibilisierung des Pflanzabstandes vorgeschlagen. Letzteres bedingt, dass beim Ausbau von Straßen der Grunderwerb für Neupflanzungen frühzeitig berücksichtigt wird. Ergänzend dazu fordert die Parlamentsgruppe die Ergänzung der Richtlinie für den passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS 2009). Um der Baumgesundheit Rechnung zu tragen ist der Einsatz von Streusalz zu reduzieren und durch andere Streumittel zu ersetzen.

Mit diesem Maßnahmenpaket soll dem schleichenden Verlust von Alleebäumen entgegengewirkt werden. Um dieses Ziel in der Praxis zu unterstützen wird das Erstellen eines bundesweit einheitlichen Alleenkatasters gefordert, da eine aktuelle bundesweite Übersicht des Alleenbestandes fehlt (Parlamentsgruppe "Kulturgut Alleen" im Deutschen Bundestag 2018).

Die Neuanlage von Alleen scheitert oft auch an der Bereitschaft von anliegenden Grundstückseigentümern, insbesondere aus der Landwirtschaft, Flächen abzutreten (Mädlow 2022). Durch den hohen Produktionsdruck werden landwirtschaftliche Flächen vielfach bis an den Wurzelraum der Straßenbäume bewirtschaftet, was zu Baumschäden führen kann. Der von mehreren Akteuren geforderte variable Pflanzabstand bedingt den Zukauf von Flächen, oder die vorrausschauende Berücksichtigung des Flächenbedarfs in Planfeststellungs- und Bodenordnungsverfahren (Göppel 2023).

Neben den verfahrenstechnischen Hürden sind für die erfolgreiche Neuanpflanzung von Straßenbäumen Faktoren wie Standorteigenschaften, Boden, Klima, Wasserverfügbarkeit zu berücksichtigen, aber auch Schutzaspekte (Wild, Mäuse, mechanischer Schutz, Rindenschutz) sowie die korrekte Pflanztiefe und Düngung (Jeschke 2019).

1.5 Baumkataster

Für die effiziente Wahrnehmung von Planungs-, Unterhalts- und Kontrollaufgaben werden Bäume und alle ihre Eigenschaften in Baumkatastern geführt (GALK e.V. 2023b). Ein Baumkataster ist ein Verzeichnis von Bäumen, im vorliegenden Kontext von Straßenbäumen. Früher als analoge Baumkataster geführt, liegen sie heutzutage größtenteils in digitaler Form vor. Sie enthalten Informationen wie lagegenaue Baumstandorte (Koordinaten), Baumart, -alter und -höhe, Kronen-, Stamm- und Wurzeldurchmesser, aber auch administrative Informationen wie beispielsweise Eigentümer, Schutzstatus und Kontrollintervalle. Der Inhalt von Baumkatastern wird letztlich bestimmt von den zu erfüllenden Aufgaben und durchzuführenden Analysen. In GIS-gestützten Baumkatastern können die Baumstandorte mit anderen räumlichen Daten in Beziehung gesetzt werden, um so einen Informationsgewinn zu erzielen.

Baumkataster werden von Gemeinden, Privaten und Bundesländern geführt. Baumkataster in Städten sind vielfach ökologisch ausgerichtet und fokussieren auf Grünpflege, Stadtplanung, Mikroklima, Habitatbäume und der Gefahrenabwehr. Sie enthalten vor allem auch Bäume in Parks, auf Spielplätzen und Grünflächen. Baumkataster von Privaten dienen der Kontrolle und Gefahrenabwehr. Baumkataster der Bundesländer dienen der Verkehrssicherungspflicht, werden aber auch für spezifische Aufgaben eingesetzt, beispielsweise als Schadbaumkataster.

Bisher fehlt ein bundesweit einheitliches Baumkataster mit aktuellen Daten und somit eine Übersicht der Alleen und Straßenbäume in Deutschland, ihres Zustands und ihrer Bedeutung als Landschaftselement und für Natur und Umwelt (Peters et al. 2022). Auch die Parlamentsgruppe "Kulturgut Alleen" fordert eine Kartierung von Alleebäumen nach bundesweit einheitlichen Standards, die in regelmäßigen Abständen wiederholt wird (Göppel und Centgraf 2016).

2 Projektziele

Mit dem Forschungsprojekt sollen die Datengrundlagen für ein bundesweites Baum- und Alleenkataster an Bundesfernstraßen unter Berücksichtigung umwelt- als auch verkehrstechnischer Aspekte definiert und abgestimmt werden. Es ist ein Datenmodell zu entwickeln, welches die Grundlage für die Entwicklung einer neuen Fachschale im BISStra darstellt.

Als Querschnittprojekt soll das Datenmodell sektorübergreifende Analysen unterstützen und für Planungs-, Unterhalts- und Kontrollaufgaben sowie für das Monitoring eingesetzt werden. Ergänzend zu den Aspekten Straßenverkehrssicherheit und Verkehrssicherheit im Sinne der Baumpflege ist das Datenmodell thematisch breit auszugestalten. Natur- und umweltrelevante Daten, landschaftsprägende und kulturhistorische Informationen sind ebenso zu berücksichtigen, wie die Schutzwürdigkeit, insbesondere in Bezug auf die Lebensräume von Tieren und Pflanzen. Anforderungen von Seiten Tourismus und des Mobilitätsverhaltens stehen nicht im Fokus, sind aber indirekt im Datenmodell zu berücksichtigen.

Ungeschützte Bäume im Straßenseitenraum stellen Hindernisse dar, die beim Abkommen von der Fahrbahn zu schweren Unfallfolgen führen. Diese Bäume werden in Sicherheitsanalysen als Sicherheitsdefizite bewertet. Die Fachschale Baumkataster liefert wichtige Eingangsgrößen für die netzweite Sicherheitsbewertung im Sinne der EU-Direktive RL 2019/1936 und kann beitragen, ein Gefahrenkataster aufzubauen.

Die Bearbeitung von Fragestellungen zu Alleen und deren Schutz bedingt die Definition des Begriffs „Allee“. Eine bundesweit einheitliche Begriffsdefinition existiert bisher nicht. Bezogen auf das Projekt ist ein Vorschlag für eine Alleendefinition nach objektiven, transparenten Kriterien zu unterbreiten. Mögliche Anwendungen für die Daten des Baumkatasters werden nachfolgend thematisch differenziert skizziert.

2.1 Umwelt und Natur

Straßenbäume und Alleen vernetzen Biotope in Agrarlandschaften und bieten Lebensräume für Tiere und Pflanzen, die nicht selten geschützt oder bedroht sind (Netz 2010). Für den Erhalt der Alleen ist die Kenntnis über Zustand und Entwicklung unter natur- und umweltrelevanten Gesichtspunkten von zentraler Bedeutung.

Mögliche Analysen:

- Reduktion der Umweltbelastung durch CO_2-Bindung. Filterfunktion der Bäume (Feinstaub). Ersatz von Streusalz durch abstumpfende Streumittel wie Sand oder Splitt und deren Wirkung auf die Baumgesundheit.
- Reduktion der Lärmbelastung durch Straßenbäume im belaubten Zustand, insbesondere in bebauten Gebieten.
- Standorteignung sowie Entwicklungs- und Gesundheitszustand der Bäume (Staatl. Fachschule für Agrarwirtschaft 2005).
- Übersicht von Lebensräumen und Habitatbäumen (Bütler 2020; Dodelin et al. 2017) und Analysen zur Lebensraumvernetzung, gegebenenfalls unter Einbezug weiterer naturräumlicher Daten (Oettel 2021).
- Entwicklung der Biodiversität und des Artenschutzpotentials (Dietz et al. 2019).
- Verknüpfung von Informationen verschiedener Verkehrsinfrastrukturen (Eisenbahn, Wasserstraßen) zur Analyse der Knotenpunkte aus Sicht Umwelt, Natur, Ökologie und Schutzwürdigkeit. Die gesamten Begleitflächen der Bahntrassen umfassen eine Fläche von der Größe des Bundeslands Berlin (Eisenbahn-Bundesamt 8/2023).
- Einrichtung von FRS unter Berücksichtigung des Wurzelraums und anderer naturräumlicher Aspekte wie Baumalter, Baumart, Abstände der Bäume untereinander und zur Fahrbahn. Erst bei 8% der Straßenbäume sind FRS installiert (Bakaba und Lippold 2021, 9). Bei der Installation normierter FRS (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020a, 11) ist bei engstehenden und alten Straßenbäumen auf den Schutz der Wurzelräume zu achten. Gegebenenfalls sind Sonderlösungen vorzusehen.

2.2 Landschaftselement, Kulturgut

Alleen sind, insbesondere in stark landwirtschaftlich dominierten Regionen, prägende Landschaftselemente. Alte, historische Alleen sind Kulturgüter, die früher als Orientierungshilfe genutzt wurden, Schutz vor Sonne und Unwettern boten und auch als Nahrungsquelle für Mensch und Tier dienten (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016a, 14).

Mögliche Aktivitäten und Analysen:

- Alleenmanagement: Pflege, Erhalt und Ausbau der Alleen aus ganzheitlicher Sicht, unter Berücksichtigung der Anforderungen von Seiten Umwelt, Natur und Landschaft als auch Ausbau und Erhalt der Verkehrsinfrastruktur. Die Erarbeitung von Entscheidungsgrundlage bedingen ein zielgerichtetes Monitoring des Baumbestandes (Baumarten, Baumalter und Zustand), sowie die Analyse der Auswirkungen von Umweltbelastungen (Salz, Trockenheit und Hitze) auf die Baumgesundheit und -vitalität. Übersicht der Fällungen ob komplett, teilweise oder Stehenlassen von 2-3 m hohen Totholzstümpfen. Weitere Themen sind das Schließen von Lücken, die Flexibilisierung des Pflanzabstandes und Schutzwürdigkeit. Mit dem Alleenmanagement sollen Straßenbäume und Alleen als landschaftsprägende Elemente und Kulturgut für nachfolgende Generationen in einem ökologisch guten Zustand bewahrt werden.
- Bundesweites Monitoring umgesetzter Ausgleichsmaßnahmen der Bundesländer. Ausgleichsmaßnahmen unterliegen der Erfolgskontrolle, die periodisch durch Fachpersonen durchgeführt werden, um deren Entwicklung zu dokumentieren.
- Förderung der Alleen: Die mit dem Baumkataster erhobenen umwelt-, natur- und lebensraumrelevanten Informationen können in die Planung bundesweiter Fördermaßnahmen zum Erhalt von Habitatbäumen und Alleen einfließen.
- Identifizieren und Ausweisen touristisch attraktiver Abschnitte.
- Nachpflanzungen, Ersatz und Neupflanzungen im Hinblick auf den Erhalt und die Erweiterung von Alleen.

2.3 Schutz / Schutzstatus / Schutzwürdigkeit

Analysen:

- Übersicht speziell geschützter Straßenbäume, wie beispielsweise Naturdenkmäler in Verbindung mit ihrem räumlichen Umfeld (Naturschutzgebiete, ökologische Ausgleichsflächen). Diese Analysen können Hinweise liefern zur Entwicklung von Migrationspfaden / Trittsteinbiotope für wandernde Tiere.
- Übersicht des geltenden Schutzstatus von Alleen. Interessant ist dies insbesondere an den Ländergrenzen.

2.4 Straßenverkehrssicherheit, Verkehrssicherheit

Die Sicherheit baumbestandener Straßen ist zu differenzieren in Straßenverkehrssicherheit einerseits und Verkehrssicherheit der Straßenbäume im Sinne der Baumkontrolle andererseits.

Die Straßenverkehrssicherheit wird bestimmt von der Straßeninfrastruktur, Verkehrsregeln sowie Verkehrszeichen, dem Fahrverhalten und der Fahrzeugsicherheit. Die Straßenverkehrssicherheit umfasst dabei alle Maßnahmen, die dazu geeignet sind, Risiken und Gefahren im Straßenverkehr zu verringern bzw. auszuschließen. Bezogen auf die Verkehrssicherheit im Zusammenhang mit Bäumen im Straßenseitenraum sind hier zu nennen: Fahrzeugrückhaltesysteme, Beschränkungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, Überholverbote, Markierungen, aber auch der Straßenbelag sind Beispiele für Elemente der Straßeninfrastruktur zur Verbesserung der Straßenverkehrssicherheit.

Unterschiedliche Organisationen versuchen weiterhin mit Kampagnen die Fahrzeugführenden für die Gefahren baumbestandener Straßen zu sensibilisieren, mit dem Ziel das Fahrverhalten anzupassen, um so das Unfallrisiko zu verringern. Moderne Fahrerassistenzsysteme wie ESP, Bremsassistent, Spurhalteassistent, aktives Lichtsystem oder Nachtsichtassistent bieten vor allem auf Landstraßen ein hohes Unfallvermeidungspotential (ÖAMTC Unfallforschung 2016, S. 27; Weiß 2021).

Analysen Straßenverkehrssicherheit:

- Planung von Maßnahmen zur Unfallvermeidung: Mittels Indikatoren wie beispielsweise Straßenbreite, Kurvenradius, Baumabstände vom Straßenrand und unter Berücksichtigung der Unfallstatistik identifizieren von Straßenabschnitten, für welche mit geeigneten Maßnahmen das Risiko für Baumunfälle reduziert werden kann (Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung 2013).
- Wirkungsanalysen: Die Wirksamkeit umgesetzter Maßnahmen zur Unfallvermeidung quantifizieren (Deublein et al. 2018; Bakaba und Lippold 2021). Eine Übersicht der von den Bundesländern realisierten Maßnahmen und deren Wirksamkeit findet sich in Bakaba und Lippold (2021).
- Fehlerverzeihende oder hindernisfreie Straßenseitenräume planen und umsetzen, damit Fahrfehler keine schwerwiegenden Folgen haben oder tödlich enden (Stauber 2004; ÖAMTC Unfallforschung 2023; Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute 2022).

Die Wahrung der Verkehrssicherheit in Bezug auf Straßenbäume obliegt dem Straßenbaulastträger. Hierzu lässt er periodisch Baumkontrollen von Fachpersonen durchführen. Bei Bedarf werden Maßnahmen zur Abwehr von Gefahren ergriffen, die von Bäumen im Straßenseitenraum ausgehen können.

Analysen zur Verkehrssicherheit der Straßenbäume im Sinne der Baumkontrolle:

- Übersicht der regelmäßigen Baumkontrollen zur Umsetzung der Verkehrssicherungspflicht von öffentlichen Straßen.
- Qualitätssicherung der Verkehrssicherheit für Straßenbäume: Mit der Baumkontrolle erfüllt der Straßenbaulastträger die gesetzliche Pflicht, Gefahren abzuwehren, die von Bäumen an Straßen ausgehen können. Trotz der Baumkontrollen kann es zu Unfällen aufgrund des Baumzustandes kommen. Ein bundesweites Monitoring diesbezüglicher Ereignisse kann helfen, mögliche Schwachstellen in der Baumkontrolle zu identifizieren.

3 Lösungskonzept

Das zu erstellende Baumkataster wird aus einer übergeordneten Sicht betrachtet. Bei der Identifikation der Grundlagen werden die Bereiche Straßeninfrastruktur, Verkehrssicherheit, Unfallprävention, Schutzstatus und Schutzwürdigkeit, Umwelt, Natur, Landschaftselement und Kulturgut mit vergleichbarer Intensität und Tiefe analysiert.

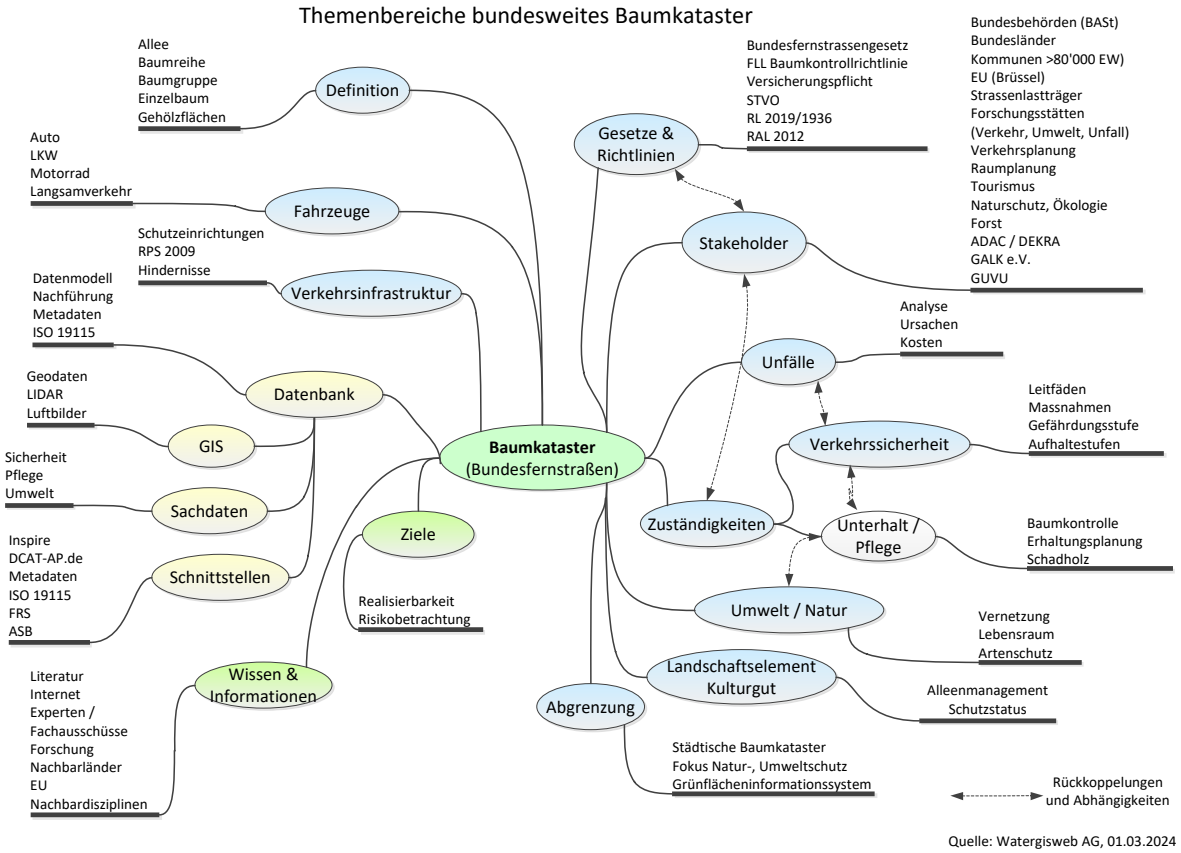


Bild 2: Themenbereiche eines bundesweiten Baumkatasters

Einige Themenbereiche in Bild 2 weisen gegenseitige Abhängigkeiten auf, die auf den ersten Blick kontroverser Natur sind, aber bei genauerer Betrachtung Möglichkeiten für Synergien bergen. Illustriert wird dies am Beispiel Kontrolle, Pflege und Unterhalt der Straßenbäume.

Die regelmäßige Baumkontrolle und damit verbundene Baumpflege dienen in erster Linie der Verkehrssicherheit (Lichtraumprofil, Sichtbarkeit, Totholz entfernen) und der Gefahrenabwehr. Die Baumpflege muss aber auch natur- und umweltrelevante Aspekte berücksichtigten, insbesondere gilt dies für den Artenschutz, der in den vergangenen Jahren an Bedeutung gewonnen hat (Dujesiefken 2019, 2). Mit entsprechenden Maßnahmen ist die Vitalität der Bäume sicherzustellen bzw. wiederherzustellen. Vitale Bäume stellen ein geringeres Risiko für die Verkehrssicherheit dar. Die ZTV-Baumpflege greift die Thematik auf und präzisiert, dass es keinen absoluten Vorrang der Verkehrssicherungspflicht noch einen absoluten Vorrang des Artenschutzes gibt (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) 2017).

3.1 Vorgehen

Das Forschungsprojekt wurde in sechs Arbeitspaketen bearbeitet, die in den folgenden Kapiteln dokumentiert sind. Zur besseren Lesbarkeit und Wahrung der Übersichtlichkeit wird das methodische Vorgehen in den entsprechenden Kapiteln erläutert.

In Kap. 4 Recherche zum Stand der Wissenschaft und Technik wird die Literatur- und Informationssammlung auf nationaler und internationaler Ebene beschrieben.

Kap. 0 enthält Vorschläge für eine bundesweite Definition der Begriffe „Baumreihen“ und „Alleen“ im Kontext des vorliegenden Projekts. Ein einheitliches Begriffsverständnis aller Beteiligten ist wichtig, da in einigen Bundesländern landesspezifische Alleendefinitionen existieren.

Gegenstand von Kap. 6 ist die Informationssammlung zu länderspezifischen Baumkatastern, mit Fokus auf Informationen und Daten, die sich für das bundesweite Baumkataster eignen.

Der Entwurf des Datenmodells und die Abstimmung der Inhalte mit den Stakeholdern sind im Kap. 7 beschrieben. Kap. 7.3 ff dokumentieren das Erstellen des ASB-konformen datenbankspezifischen Datenmodells, welches als Fachschale in BISSTra zu integrieren ist. Die Unterlagen zur Ergänzung der „Anweisung Straßeninformationsbank“ (ASB) werden beschrieben.

Die Datenübernahme in das Datenmodell, das Homogenisieren der Daten und Schließen von Datenlücken werden im Kap. 8 beschrieben. Weiter finden sich in diesem Kapitel Ausführungen zur Implementierung von drei Testdatensätzen aus den Bundesländern RP, NRW und MV. Die Testdatensätze decken das mögliche Spektrum der Datenlieferungen ab, von Rohdaten als Grundlage für ein zu erstellendes Baumkataster (RP) bis zu einem umfassenden Datenbestand wie er in MV geführt wird.

Anforderungen, Möglichkeiten und Limitierungen für die Erweiterung des Baumkatasters zu einem Gefahrenkataster werden in Kap. 9 diskutiert.

In Kap. 10 werden die Forschungsergebnisse kritisch betrachtet, Vorschläge für deren praktischen Umsetzung unterbreitet und Hinweise zu ergänzenden oder neuen Forschungsthemen skizziert.

4 Recherche zum Stand der Wissenschaft und Technik

Zu allen Themenbereichen (Bild 2), die für ein bundesweites Baumkataster an Bundesfernstraßen relevant sind, erfolgte eine breit angelegte Literaturrecherche, um einen Überblick zum aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik bezüglich Baumkatastern zu erhalten. Die international ausgelegte Recherche fokussierte neben Forschungsprojekten auf Anwenderberichten und Erfahrungen im Aufbau und Betrieb von Baumkatastern. Weitere Schwerpunkte waren Datenmodelle, Geodaten, Schnittstellen und technische Lösungen.

4.1 Literaturverwaltung in Citavi

Die Literatur wurde in Citavi erfasst, ein Programm zur Literaturverwaltung und Wissensorganisation (Swiss Academic Software GmbH 2023). Mit dem Browser Add-On „Citavi-Picker“ kann Literatur automatisiert in Citavi überführt werden. PDF-Dokumente können direkt in Citavi hochgeladen werden. Citavi wird von der BASt empfohlen (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020d).

4.2 Suchräume und Suchkriterien

Die Literatursuche erfolgte für den deutschsprachigen Raum (Deutschland, Schweiz, Österreich) und den Nachbarländern über folgende Kanäle:

- Internetrecherche[2] (mit den gängigen Suchmaschinen)
- Katalogrecherche (Bibliotheksverbunde Schweiz und Deutschland)
- Abfragen auf Wissensplattformen, z.B. die Internet-Wissensplattform https://www.academia.edu/ oder die Wissensplattform der ETH-Zürich https://www.bi.id.ethz.ch/ikb/#

Gesucht wurde mit Stichworten und Stichwortkombinationen abgeleitet aus den Themenbereichen (Bild 2). Zwei Beispiele:

Oberbegriff	Stichworte[3]
Allee	Alleenschutz, Alleenmanagement, Alleenkonzept, Alleenkartierung, Alleenerneuerung, Allee als Landschaftselement / Kulturgut
Baum	Baumarten, Baumkataster, Baumpflege, Baumkontrolle, Baumbiologie, Baumhabitate, Baummanagement, Straßenbaum, Baumreihe, Baumsanierung

4.3 Auswertung der Literatur

In Citavi wurden 274 Titel erfasst, kategorisiert, bewertet und beschlagwortetet (Bild 3). Beispiele für Schlagworte sind Fahrzeugrückhaltesysteme, Unfallvermeidung, Stadtplanung, Baumarten, Habitatbäume, Fledermäuse oder Käfer. Jeder Titel wurde einer von neun Kategorien, abgeleitet aus den Themenbereichen (Bild 2), zugewiesen.

[2] Bei Internetzitaten wird das Datum des letzten Aufrufs im Literaturverzeichnis ausgewiesen.
[3] Die Aufzählung der Stichworte ist beispielhaft und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

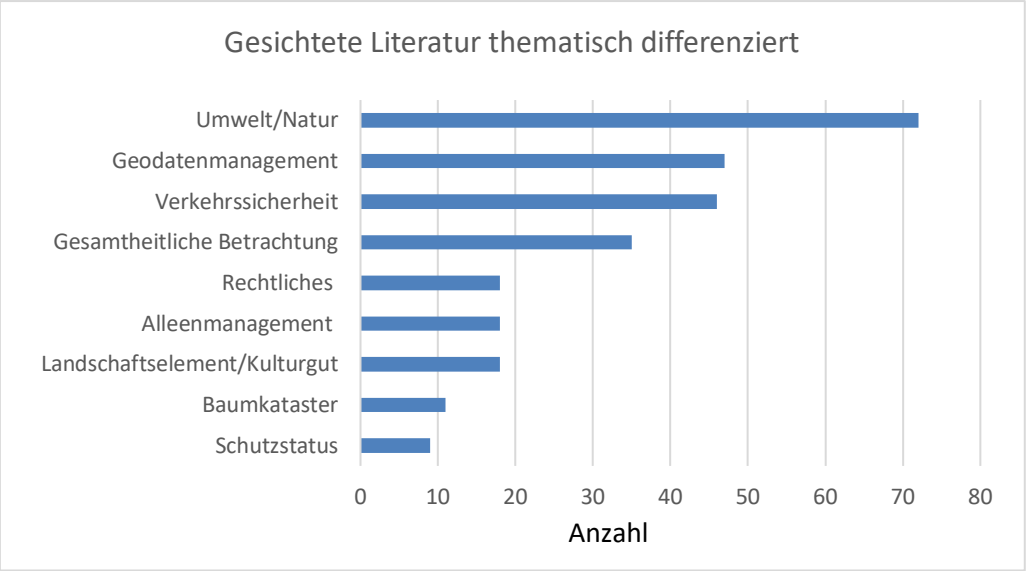


Bild 3: Mengengerüst der gesichteten Literatur thematisch differenziert. Quelle: Citavi

Die Literatur wurde bezüglich der Relevanz für das Forschungsprojekt mit einer fünfstufigen Skala bewertet (Bild 4). In die Bewertung flossen u.a. ein der geographische Bezugsraum (lokale Arbeiten waren weniger von Belang), der Bezug zu einzelnen oder mehreren Themenbereichen (Bild 2), Autor / Herausgeber und die Aktualität. Diese subjektive Bewertung erfolgte anhand folgender Skala:

5 Sterne: Sehr hohe Relevanz für einen oder mehrere Themenbereiche
4 Sterne: Hohe Relevanz für einen oder mehrere Themenbereiche
3 Sterne: Thematischer Bezug zu Baumkatastern in Verbindung mit Straßen
2 Sterne: Bezieht sich auf Themenbereiche in Bild 2 ohne direkten Bezug zu Baumkatastern
0 und 1 Stern: Nur indirekter Bezug zum Thema Baumkataster

Die Bewertung erfolgte eigenständig durch mehrere Personen aus dem Projektteam und ist daher subjektiv. Dies gilt insbesondere für die Differenzierung zwischen benachbarten Kategorien, wie beispielsweise zwischen den Kategorien 4 und 5 oder 3 und 4.

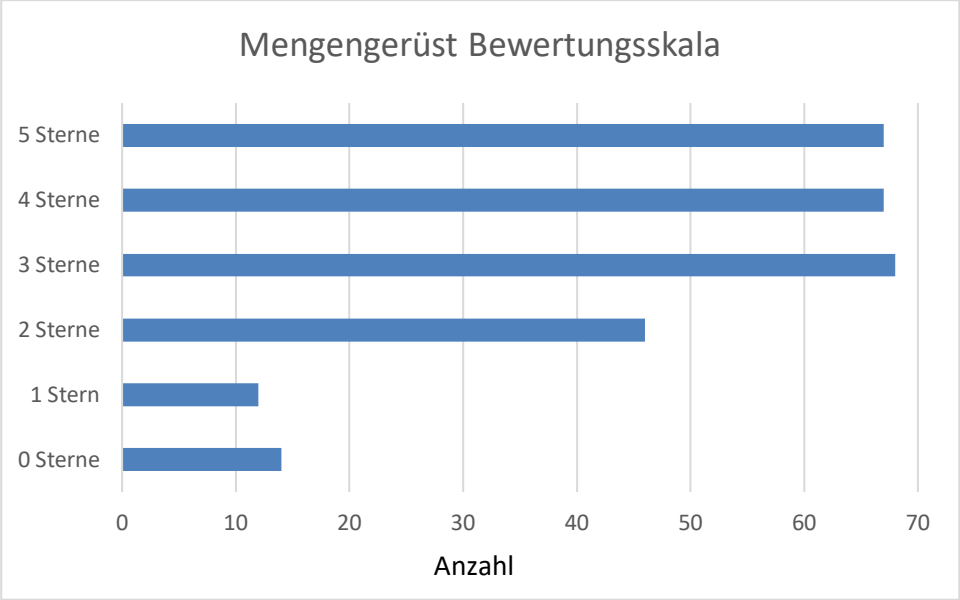


Bild 4: Eigene, subjektive Bewertung der Literatur bezüglich Relevanz zum Forschungsprojekt.

Vor allem Titel aus den Bereichen Natur / Umwelt und Verkehrssicherheit wurden mit 5 Sternen bewertet. Literatur mit 5 Sternen wird immer zitiert, jene mit 3 und 4 Sternen überwiegend.

4.4 Verkehrssicherheit und -infrastruktur

Aus Sicht der Verkehrssicherheit werden Bäume im Straßenseitenraum als Hindernisse wahrgenommen. Bäume stellen, ohne einen ausreichenden Sicherheitsabstand und ohne geeignete verkehrstechnische und bauliche Maßnahmen zur Minimierung der Gefahren wie beispielsweise Fahrzeugrückhaltesysteme, eine erhebliche Beeinträchtigung der Verkehrssicherheit im Falle von Unfällen mit einem Abkommen von der Fahrbahn dar (Schreck-von Below 2021).

Auf Straßen außerhalb von Ortschaften ereigneten sich im Jahr 2021 82039 Unfälle mit Personenschaden. Hierbei wurden 1816 Personen getötet und 26640 schwer verletzt (Statistisches Bundesamt 2022, S 74-90). Bei knapp 8% der Unfälle (6387) kam es zu einem Aufprall auf Baum. Hierbei wurden 373 Personen getötet (23%) und 2923 schwer verletzt (11%). Dies verdeutlicht, dass die Unfallfolgen bei einem Aufprall auf Baum höher sind, als bei geschützten oder hindernisfreien Seitenräumen (Bakaba und Kühn 2009; Stauber 2004).

Basierend auf aktuellen wissenschaftlichen und praktischen Erkenntnissen wurde von der BASt ein Maßnahmenkatalog gegen Unfallhäufen (MaKaU) lanciert (Bundesanstalt für Straßenwesen 2024). Mit der Typisierung der Unfälle und Berücksichtigen von Ortslage und Straßeneigenschaften können Maßnahme zur Unfallvermeidung identifiziert werden, die aufgrund des Unfallgeschehens einer Wirksamkeitsanalyse unterzogen werden.

4.4.1 Richtlinien

Mit Bezug auf Straßenbäume existieren verschiedene Richtlinien und Verordnungen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit und zur Unfallvermeidung:

Die EU-Richtlinie 2019/1936 ersetzt die EU-Richtlinie 2008/96/EG, und soll in nationales Recht umgesetzt werden (EP & RAT EU 2019a). Die EU-Richtlinie RL 2019/1936 erweitert den Geltungsbereich der bisherigen Richtlinie, stärkt proaktive Verfahren der Sicherheitsbewertung und verfolgt das Ziel für den Zeitraum von 2010-2020, die Anzahl Verkehrstoter zu halbieren und bis 2050 auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Richtlinie zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume ESAB 2006 zielt darauf ab, mit baulichen, verkehrstechnischen und verkehrsbeeinflussenden (rechtlichen) Maßnahmen an der Verkehrsinfrastruktur das Unfallrisiko in Verbindung mit Straßenbäumen zu verringern (FGSV 2006). Wenn immer möglich, sind bei den getroffenen Maßnahmen die Bedürfnisse des Natur- und Landschaftsschutzes zu berücksichtigen. Neben verkehrsbeeinflussenden Maßnahmen, wie Verkehrszeichen und Markierung, existieren Leiteinrichtungen (Leitbaken und -pfosten, Richtungstafeln, Baumspiegel) sowie profilierte Randmarkierungen und Rüttelstreifen.

Die Richtlinie RPS 2009 für den passiven Schutz an Straßen beschreibt die Anforderungen und den Einsatz von Regellösungen für Fahrzeugrückhaltesysteme (FGSV 2009). Ist aufgrund beengter Verhältnisse der Einbau regelkonformer FRS nicht möglich, ist der Einsatz von Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz gemäß Leitfaden BASt vorzusehen (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020b).

Gefahren für die Verkehrssicherheit durch im Fallbereich der Straße stehende Bäume sind zu vermeiden. Hierzu sind in periodischen Abständen Baumkontrollen von geschulten Fachpersonen durchzuführen (Roloff 2020). Nach Stürmen, oder wenn bei der Regelkontrolle Auffälligkeiten wie Schäden oder eine reduzierte Vitalität festgestellt wurde, sind zusätzliche Sonderkontrollen angezeigt. Als De-facto-Standard hat sich hierfür die Baumkontrollrichtline FLL 2020 bei den Bundesländern und Kommunen etabliert (Roloff 2020).

Das Forschungsprojekt MEVASI (Evaluation der Wirksamkeit von Maßnahmen im Straßenverkehr) der Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern (bfu) verfolgt das Ziel, mit baulichen und verkehrsleitenden Maßnahmen Unfallschwerpunkte zu entschärfen, wie beispielsweise Kurvenmarkierung für Motorradfahrende oder Leitpfeile in Kurven. Eine Wirkungsanalyse und Best-Practice-Erfahrungen bilden die Grundlage für

eine geplante Empfehlung / Richtlinie (Deublein et al. 2018; Beratungsstelle für Unfallverhütung 2023). MEVASI ist das Schweizer Pendant zu MaKaU der BASt (Bundesanstalt für Straßenwesen 2024).

In der Fachwelt gelten passive Schutzeinrichtungen (FRS), Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, Anlagen zur Geschwindigkeitsüberwachung des Kraftfahrzeugverkehrs und Überholverbote als effektive Maßnahmen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit an baumbestandenen Straßen (Bakaba und Lippold 2021, 10; Schreck-von Below 2021, 25).

4.4.2 Sicherheitsanalysen

Die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen nach den ESN (FGSV 2003) stellt ein Verfahren zur Sicherheitsbewertung des im Betrieb befindlichen Straßennetzes dar. Im Zuge der Fortschreibung dieser Richtlinie und aufgrund der Rahmenbedingungen durch die EU-Richtlinie zum Sicherheitsmanagement der Straßeninfrastruktur EU 2019/1936 (EP & RAT EU 2019) wurde das bestehende unfallbasierte bzw. reaktive Verfahren um eine proaktive Bewertung von ungeschützten Hindernissen im Seitenraum, neben anderen proaktiven Elementen wie bspw. Trassierungsfehlern, ergänzt (Schüller et al. 2022a; Schüller et al. 2022b). Dabei werden ungeschützte Bäume innerhalb eines bestimmten Abstands zum Fahrbahnrand als Sicherheitsdefizite bewertet. Grundlage für die Bewertung sind die Unfallmodelle und Kennzahlen des Handbuchs für die Bewertung der Verkehrssicherheit von Straßen (FGSV 2024) wonach ungeschützte Hindernisse am Straßenrand erhebliche Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit einer Straße haben. Im Zuge der Umsetzung des fortgeschriebenen ESN-Verfahrens auf Bundesfernstraßen, was eine Forderung der EU-Kommission laut EU 2019/1936 darstellt, werden ungeschützte Bäume auf Basis des in dem vorliegenden Forschungsprojekts konzipierten Baumkatasters bewertet und fließen in die Gesamtbewertung ein.

4.4.3 Fahrzeugrückhaltsysteme

Fahrzeugrückhaltesysteme (FRS) sind ein probates Mittel, um die Unfallschwere zu reduzieren, insbesondere wenn damit ein Aufprall auf einen Baum im Straßenseitenraum verhindert oder zumindest gemindert werden kann. Bei Straßenräumen limitierend für FRS sind der zur Verfügung stehende Raum, das Risiko der Schädigung des Wurzelraums, Aspekte des Umwelt- und Naturschutzes, aber auch strukturelle Faktoren wie beispielsweise finanzielle und personelle Engpässe bei den Straßenbaulastträgern (Bakaba und Lippold 2021, 8). Gegenwärtig sind erst 8% der potentiellen Gefahrenstellen mit Bäumen mit FRS ausgestattet, obwohl nach Bakaba und Lippold (2021, 9) für einen großen Teil der Bäume die Einrichtung von FRS unter Einhaltung der Wirkungsbereiche nach RPS möglich wären.

Neben Standardlösungen für FRS (Bundesanstalt für Straßenwesen 2022) sind auch Individuallösungen bei begrenzten räumlichen Verhältnissen möglich (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020a). Sie entsprechen jedoch nicht der Norm, sind oft nur für spezielle Fahrzeugtypen ausgelegt und implizieren einen hohen Aufwand bei Planung, Genehmigung und Bau. Gezielt geforscht wird von der BASt beispielweise für FRS für Motorräder (FE 03.0601, FE 03.0514 und FE 03.0516) oder für Sonderlösungen in besonderen Situationen auf Landstraßen (6418000).

Motorräder stellen spezifische Anforderungen an FRS, wie beispielsweise den Unterfahrschutz (Unterfahrschutz MOTO-PROTECT für Motorradfahrer 2023) oder den Schutz vor scharfkantigen Konstruktionsteilen (Kathmann et al. 2023).

4.4.4 Unfallforschung

Das Unfallgeschehen und die Unfallfolgen auf Landstraßen waren, und sind immer wieder Ziel von Untersuchungen zahlreicher Institutionen und Autoren (Maier et al. 2013). Je nach Fragestellung liegt der Fokus auf der Örtlichkeit (innerorts, außerorts), der Fahrzeugart (PKW, LKW, Zweirad, Fußgänger) oder der Verkehrsinfrastruktur (Fahrbahnbreite, FRS, Belag, Signalisation). Bestimmt durch die Zielsetzung des Projekts liegt der Fokus auf Unfallforschungen in Zusammenhang mit Bäumen im Straßenseitenraum.

Unfälle mit Aufprall auf Baum, häufig auch als Baumunfälle bezeichnet, bedingen ein Abkommen von der Fahrbahn. Als Ursachen hierfür werden u.a. genannt hohe Geschwindigkeiten, Überholen, mangelnde Aufmerksamkeit und damit verbundene Fahrfehler sowie schlechte Sicht- oder Straßenverhältnisse (Bakaba

und Kühn 2009). Baumunfälle mit schweren Unfallfolgen sind vielfach Selbstunfälle, die bei geringem Verkehrsaufkommen ohne Beteiligung Dritter zu beobachten sind. Heinrich et al. (2010) hat die Charakteristiken von PKW-Alleinunfällen untersucht. In 56% befindet sich die Unfallstelle in Kurven, in 14% auf Gefällstrecken und in 6% an Steigungen.

Weitere Einflussgrößen sind enge Kurvenradien oder nasse Fahrbahnen, welche die Griffigkeit reduzieren (Schulze et al. 1975), so dass es auch bei nur leicht erhöhter Geschwindigkeit oder kleinen Fahrfehlern zu einem Kontrollverlust kommt, der ein Abkommen von der Fahrbahn zur Folge hat (Staadt und Grisshans 2003). Schmale Landstraßenquerschnitte mit geringen Baumabständen zur Fahrbahn weisen im Vergleich zu einem hindernisfreien Straßenseitenraum eine vergleichsweise hohe Unfallschwere auf, wenn es zu einem Aufprall auf Baum kommt. Untersuchungen zum Einfluss von Baumabstand, Fahrbahnbreite und Alleencharakteristik in Brandenburg haben gezeigt, dass mit zunehmender Fahrbahnbreite und größeren Baumabständen vom Fahrbahnrand und untereinander das Risiko von Baumunfällen abnimmt und sich bei Aufprall auf Baum die Unfallschwere reduziert (Wenk 1999). Den Einfluss der Baumabstände vom Fahrbahnrand auf die Unfallschwere hat Meewes (2001) untersucht. Nach seinen Untersuchungen reduziert sich die mittlere Unfallschwere bei einem Fahrbahnrandabstand von 9,0 m gegenüber 1,50 m nur um 23%. Kritisch anzumerken ist, dass viele Untersuchungen nur auf monokausalen Ansätzen basieren. Abkommensunfälle mit Aufprall auf Baum sind jedoch von mehreren Faktoren abhängig.

Neben der Straßeninfrastruktur (Straßenbreite, Linienführung, Kurvenradius, signalisierte Geschwindigkeit) sind weitere Faktoren das Fahrverhalten, insbesondere Aufmerksamkeitsdefizite (Telefonieren, Navigationssystem) und überhöhte Geschwindigkeiten, die oft in Verbindung mit guten Ortskenntnissen zu beobachten sind (Wruss 2023).

Von einigen Autoren wird vermutet, das von Bäumen neben der Fahrbahn kein erhöhtes Unfallrisiko ausgeht (Lippold und Schulz 2009), ein Aufprall bei hoher Geschwindigkeit aber immer schwerwiegende Folgen hat (Bakaba und Kühn 2009). Diesen Aussage widersprechen die Erkenntnisse von Schreck-von Below (2021, 118), dass die Unfallhäufigkeit und -schwere bei allen Bepflanzungstypen (Allee, Baumreihe, Wald und Einzelbäume) höher ist als auf baumfreien Straßenabschnitten.

Straßenabschnitte mit Bäumen im Straßenseitenraum beeinflussen das Fahrverhalten und die Wahrnehmung der Geschwindigkeit. Bäume an der Kurvenaußenseite erleichtern die Wahrnehmung des Straßenverlaufs, wohingegen Bäume an der Kurveninnenseite die Sicht beeinflussen (Dahmen-Zimmer und Zimmer 1997).

Schreck-von Below (2021) untersuchte mit empirischen Modellen basierend auf einem Ansatz der Bayes-Inferenz die unfallbeeinflussenden Merkmale an ausgewählten Landstraßenabschnitten unter besonderer Berücksichtigung der Bepflanzung im Straßenseitenraum. Als Grundlage der Untersuchungen dienten die amtliche Straßenunfallstatistik für den Zeitraum 2011-2013, sowie eigene Datenaufnahmen an ca. 2000 km Landstraßen mit detaillierter Auswertung des Baumbestandes.

Berücksichtigt wurden neben Bundesstraßen auch Landes-, Staats- und Kreisstraßen und bezüglich der Straßenbepflanzung Einzelbäume, Baumreihen und Alleen aber auch Baumgruppen, Waldbereiche, Sträucher und Feldhecken. Statistisch signifikant und unter Berücksichtigung von Ausreißern wurde nachgewiesen, dass die Straßenbepflanzung namentlich Baumreihen und Alleen zur Erhöhung des Unfallgeschehens (Unfallhäufigkeit und -schwere) führt. Bei steigendem Anteil von Baumreihen und Alleen erhöht sich die generelle Unfallhäufigkeit, im Vergleich zu nicht baumbestandenen Straßenabschnitten. Seine Analysen zeigen, dass Stammdurchmesser, Kronenschluss und -größe ebenfalls auf eine Erhöhung der Fahrunfälle hinweisen. Geringe Baumabstände in Alleen und Baumreihen reduzieren das Unfallgeschehen geringfügig. Baumreihen und Alleen mit FRS reduzieren die Unfallhäufigkeit nicht, verringern aber die Unfallschwere (Schreck-von Below 2021, 126).

Der Deutscher Verkehrssicherheitsrat (2016) hat sich intensiv mit der Reduzierung von Baumunfällen befasst und gibt folgende Empfehlungen zur Verringerung der Baumunfälle ab: Seitenräume hindernisfrei halten, Bäume gemäß RPS nicht im kritischen Abstand zur Fahrbahn pflanzen, einrichten von FRS, Begrenzung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h bei Baumabständen <= 7,50 ohne FRS.

Aus naheliegenden Gründen sind die Versicherungsgesellschaften an der Reduktion von Unfällen interessiert. Themenbereiche wie Ausgestaltung und Einrichten von Schutzeinrichtungen, Maßnahmenfindung zur

Erhöhung der Verkehrssicherheit, Einflüsse auf das Fahrverhalten, Fahrzeugtechnik und Infrastrukturmaßnahmen werden von den Versicherern behandelt (Bakaba und Kühn 2009).

Den Ansätzen zu selbsterklärenden und fehlerverzeihenden Seitenräumen zur Unfallvermeidung und -prävention zur Verbesserung der passiven Sicherheit im Straßenraum werden national und international eine hohe Bedeutung beigemessen (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute 2022; ÖAMTC Unfallforschung 2023).

Etwa 15% der Baumunfälle sind auf Alkohol- oder Drogenkonsum zurückzuführen (Deutscher Verkehrssicherheitsrat 2020, 35). In den Ländern der Europäischen Union starb jeder vierte bei einem Verkehrsunfall unter Alkoholeinfluss. Mit dem EU-Projekt BASELINE werden Kennzahlen (Key Performance Indicator) ermittelt, um auch Unfälle unter Alkoholeinfluss bei Sicherheitsanalysen zu berücksichtigen (Vias Institute 2022). Mit Kampagnen wird versucht, die Verkehrsteilnehmenden auf die Gefahren durch das Konsumieren von Alkohol und Drogen im Straßenverkehr zu sensibilisieren (Deutscher Verkehrssicherheitsrat 2024).

In der Schweiz kam es im Jahr 2022 unter Alkoholeinfluss zu 547 schweren Unfällen (12% aller Unfälle) mit 37 Toten (BFU 2023). Für Führerscheinneulinge gilt in den ersten drei Jahren eine Promillegrenze von 0,1, was einem Alkoholverbot gleichkommt (Strassenverkehrs- und Schifffahrsamt, Kanton Bern 2024).

4.4.5 Unfallvermeidung

Die erhöhte Unfallhäufigkeit an baumbestandenen Straßenabschnitten und die schweren Unfallfolgen bei Unfällen mit Aufprall auf Baum (Schreck-von Below 2021, 133), fordern von allen Beteiligten das Ergreifen entsprechender Maßnahmen zur Vermeidung, resp. Reduktion der Baumunfälle. Die Politik reagiert mit Maßnahmen und Erlassen.

Als alleenreichstes Bundesland hat Brandenburg mit dem Alleenkonzept 2007 eine gesamtheitliche Betrachtung angestoßen (Landtag Brandenburg 2007a). Neben Pflege, Unterhalt und Neuanlage von Alleen werden ökologische Aspekte, die Verkehrssicherheit und Unfallprävention berücksichtigt. Das Konzept ist getragen von dem Gedanken, den Alleenreichtum entsprechend seiner landesgestalterischen, landeskulturellen und kulturhistorischen Bedeutung zu erhalten. Dabei galt der Paradigmenwechsel: „Weg vom Einzelbaum - hin zum Alleenabschnitt“. Das Konzept enthält eine Zustandsanalyse, beschreibt den rechtlichen Rahmen und benennt die Kosten. Der neue strategische Ansatz wird beschrieben und Grundsätze für fachliche Anforderungen, Verkehrssicherheit und Finanzierung werden aufgestellt. Die Umsetzung enthält die fachliche Methodik zur Erstellung von Pflanzprogrammen sowie flankierend die rechtlichen Prämissen. Schließlich werden Dokumentationspflichten aufgezeigt. Die „Alleenkonzeption 2007“ wurde 2014 evaluiert und im Kern bestätigt (Landtag Brandenburg 2007b).

Brandenburg hat am 21.12.2021 weiterhin den „Gemeinsamen Runderlass zur Erhöhung der Verkehrssicherheit auf Straßen mit angrenzendem dichtem Baumbestand ohne vorgelagerte Fahrzeug-Rückhaltesysteme außerhalb geschlossener Ortschaften“ erlassen (MSWV und MLUR 2000). Dieser sowie ein gleichlautender Vorgängererlass haben sich bewährt, indem sie aufzeigen, wann eine Geschwindigkeitsbeschränkung auf öffentlichen Straßen mit dichtem Baumbestand ohne FRS vorzusehen ist.

Sachsen-Anhalt verfolgt mit dem Alleenschutz, den natur- und umweltrelevanten Anforderungen gerecht zu werden und gleichzeitig Aspekte der Verkehrssicherheit und Unfallvermeidung zu berücksichtigen. Vorgesehen sind Lückenbepflanzungen mit Jungbäumen in einem größeren Abstand zur Fahrbahn, die aber trotzdem eine Allee bilden. Es wurde der Vorschlag unterbreitet, die Höchstgeschwindigkeit auf 70 km/h zu beschränken, wenn der Baumabstand zur Fahrbahn kleiner 4,5 Meter ist und FRS fehlen (Landtag von Sachsen-Anhalt 02.02.2015).

Der Alleenerlass Mecklenburg-Vorpommern vom 18.12.2015 verfolgt das Ziel, die "Verkehrssicherheit auf Straßen mit angrenzendem dichtem Baumbestand ohne vorgelagerte Fahrzeug-Rückhaltsysteme außerhalb geschlossener Ortschaften" zu verbessern (MEIL und MLUV 18.12.2015). Durch einen früheren Erlass konnte, im Vergleich zu 1998, die Anzahl der Baumunfälle mit schweren Personenschäden um mehr als 70% reduziert werden. MV setzt dabei auf das Einrichten von FRS, Geschwindigkeitsbeschränkungen und deren Überwachung. Seit 2008 stagniert die Entwicklung, was in einem erhöhten Verkehrsaufkommen begründet sein kann.

Mit einem Modellversuch hat Niedersachsen die Wirksamkeit von Maßnahmen geprüft, um schwere Baumunfälle zu reduzieren (Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung 2013). Als geeignete Maßnahmen haben sich Geschwindigkeitsbeschränkungen und mobile sowie stationäre Geschwindigkeitskontrollen erwiesen. Warntafeln, Markierungen an Bäumen oder nicht StVO-konforme Schilder haben sich als nicht oder weniger geeignet erwiesen.

Wie Erlasse und Verordnungen zur Unfallreduktion beitragen, dokumentiert Bakaba und Lippold (2021, 5) am Beispiel von Nordrhein-Westfalen. Bild 5 illustriert über einen Zeitraum von 20 Jahren, wie Maßnahmen (Handlungsempfehlungen) und Analysen das Unfallgeschehen von Baumunfällen positiv beeinflussen. Bei Erlassen zum Schutz und Erhalt der Alleen stehen umwelt- und naturschutzrelevante Aspekte im Fokus, berücksichtigen aber auch die Anforderungen der Verkehrssicherheit bei Nach- und Neupflanzungen. Mit dem 2006 lancierten 100-Alleen-Programm wurden bis 2010 mit Fördermitteln 100 neue Alleen gepflanzt, wobei schnell befahrene Straßen und Abschnitte mit hoher Unfallhäufigkeit nicht gefördert wurden (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016a, 14).

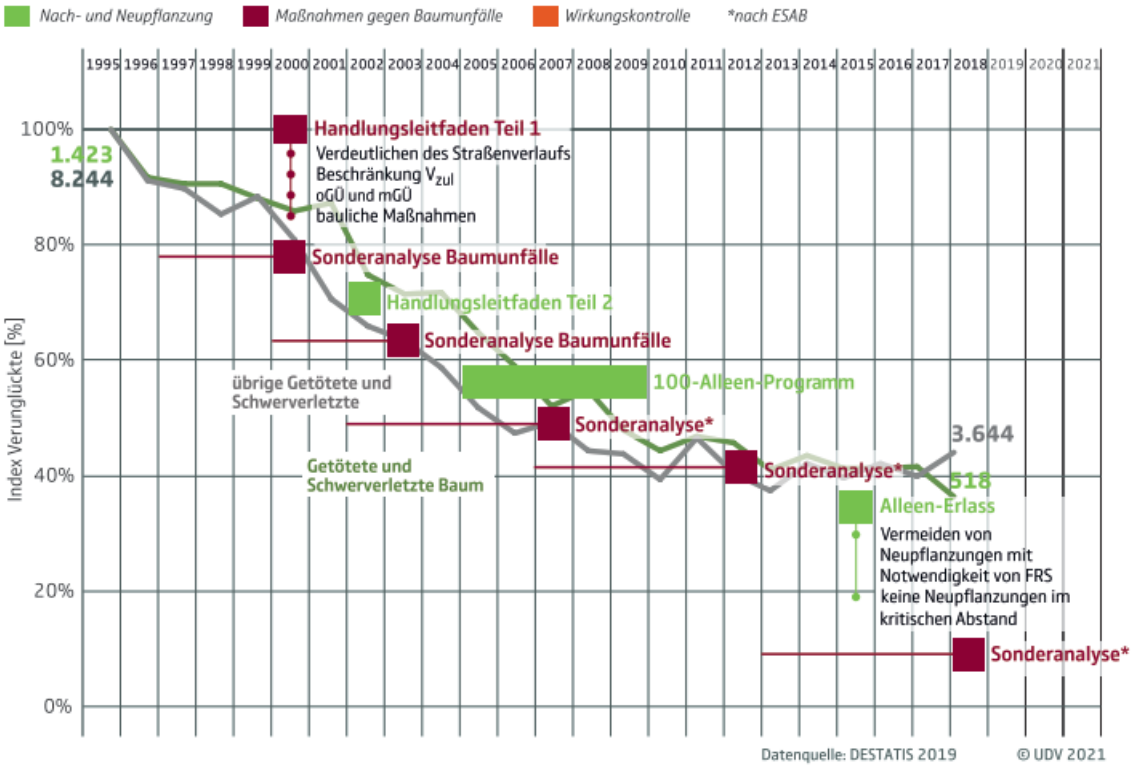


Bild 5: Übersicht der Erlasslage zu Maßnahmen gegen Baumunfälle in NRW und zur Entwicklung der Verunglückten
Quelle:(Bakaba und Lippold 2021, 5)

Bakaba und Lippold (2021) haben für die 13 Flächenländer eine umfassende Analyse der Maßnahmen zur Unfallvermeidung und zur Minderung der Unfallfolgen bei Baumunfällen durchgeführt. Mit dem Fokus auf vier Bundesländer wurden 75 Maßnahmen identifiziert, deren Wirksamkeit durch eine Vorher-Nachher-Analyse bewertet wurde. Als kurzfristig umsetzbare Maßnahmen haben sich Geschwindigkeitsbeschränkungen, Überwachung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit, Überholverbote und Beschilderung der Linienführung als sehr wirksam erwiesen. Als mittelfristige Maßnahmen werden FRS (sehr wirksam) und bedingt wirksam die Deckenerneuerung genannt (Bakaba und Lippold 2021, 5). Die Deckenerneuerung führt zwar allgemein zu höheren Geschwindigkeiten, verbessert aber die Griffigkeit, was sich bei Fahrfehlern und Nässe positiv auswirkt.

Kampagnen und Aufklärungsarbeit sind geeignet, die Verkehrsteilnehmenden für eine angepasste Fahrweisen zu sensibilisieren, um Baumunfälle zu vermeiden oder zu reduzieren.

Mit der Kampagne „Mein Tempo...Mein Leben!“ versucht das Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport (2021) vor allem jüngere Verkehrsteilnehmende für die Gefahren von Baumunfällen zu sensibilisieren. Plakate und Displays an unfallträchtigen Straßenabschnitten sowie ein Kurzvideo und Social-Media-Aktionen weisen auf die Gefahren durch nicht angepasste Geschwindigkeit und Unaufmerksamkeit hin.

Brandenburg hat schon in den 1990er Jahren, also vor der Aufnahme der Baumunfälle 1995 in die amtliche Unfallstatistik (Aufprall auf ein Hindernis neben der Fahrbahn – Baum), Kampagnen zur Verbesserung der Verkehrssicherheit lanciert. Mit Plakaten wie „Bitte nicht gegen die Bäume fahren“ oder mit Hinweisschildern „Schön. Aber gefährlich“ wurde auf das Risiko von Baumunfällen hingewiesen und für eine angepasste Geschwindigkeit und Aufmerksamkeit bei den Verkehrsteilnehmenden geworben.

In Mecklenburg-Vorpommern hat das Ministerium für Energie, Infrastruktur und Digitalisierung 2019 gemeinsam mit der Landespolizei die auf zwei Jahre angesetzte Kampagne „Schön gefährlich“ lanciert, um auf die Gefahren von Baumunfälle hinzuweisen. Mit ca. 100 Plakaten, aufgestellt an Straßenabschnitten mit Alleen, wurde für eine angepasste Geschwindigkeit geworben und auf die Risiken mangelnder Aufmerksamkeit hingewiesen. Ergänzt wurde die Kampagne durch ein Video, das als Vorfilm in Kinos und in Seminaren gezeigt wird, sowie dem Jugendprojekt „CrashKurs MV“, welches vor allem die jüngeren Verkehrsteilnehmenden erreichen soll. Im Kampagnenjahr 2019 reduzierte sich die Zahl der Baumunfälle um 10%, und die Anzahl der Getöteten reduzierte sich um 35% (Deutscher Verkehrssicherheitsrat 2020).

Nicht spezifisch auf Baumunfälle ausgelegt ist die vom ADAC unterstützte FIA-Kampagne #3500LIVES, die sich vor allem an jüngere Verkehrsteilnehmende wendet, mit dem Ziel, sich im Straßenverkehr nicht ablenken zu lassen und Gefahren durch Alkohol und Drogen zu thematisieren. Insbesondere die Nutzung von Mobiltelefonen ist Grund für mangelnde Aufmerksamkeit, die dann in Fahrfehlern resultiert (ADAC 2024).

4.5 Rechtlicher Schutz von Alleen

Das Bundesnaturschutzgesetz erwähnt Alleen in § 29 "Geschützte Landschaftsbestandteile". Das stellt jedoch keinen "automatischen" Schutz dar, sondern bestimmte Landschaftsbestandteile müssen rechtsverbindlich festgesetzt sein; eine Aufgabe, welche den Ländern obliegt.

Die Bundesländer haben im Rahmen ihrer Landesgesetzgebungen verschiedene Möglichkeiten, Alleen zu schützen, siehe Tab. 1. Die meisten Bundesländer schützen ihre Alleen direkt und umfassend, bei anderen sind Alleen unter anderen schützenswerten Landschaftselementen subsumiert, oder sie werden gemäß Landesrecht durch Satzung unter Schutz gestellt (Sachsen). Die Landesgesetze regeln den Ersatz von Alleen, deren Fällung trotz Schutz unumgänglich ist.

	Direkter Schutz	Indirekter Schutz	Besonderes
Baden-Württemberg	ja		
Bayern	ja		
Brandenburg	ja		
Hessen	ja		
Mecklenburg-Vorpommern	ja		
Niedersachsen	ja		
Nordrhein-Westfalen	ja		
Rheinland-Pfalz		ja	
Saarland			
Sachsen			Schutz im Einzelfall durch Satzung
Sachsen-Anhalt	ja		
Schleswig-Holstein	ja		
Thüringen	ja		

Tab. 1: Schutz der Alleen in den einzelnen Bundesländern nach Peters (2022)

Wichtig für den Alleenschutz sind auch die Artenschutzbestimmungen im Bundesnaturschutzgesetz § 44. Es wird zwischen streng und besonders geschützten Arten unterschieden. Die streng geschützten Arten dürfen in ihrer Wanderung, Fortpflanzung usw. nicht gestört werden. In Anlage 1 der Bundesartenschutzverordnung sind die geschützten Arten aufgelistet.

Ist es erforderlich, eine alte historische Allee zu fällen, kann davon ausgegangen werden, dass immer auch geschützte Arten nach Bundesnaturschutzgesetz betroffen sind. Notwendig ist immer ein Fachgutachten, um festzustellen, welche Arten betroffen sind und ob allenfalls Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen erforderlich sind. Ist eine Fällung aus Artenschutzgründen nicht vertretbar, müssen andere verkehrstechnische Lösungen gefunden werden.

4.6 Alleen als Landschaftselement / Kulturgut

4.6.1 Landschaftselement

Vorbedingung für die Entstehung und den Bestand von Alleen ist die Ausscheidung von großzügig bemessenen Straßenparzellen, die Raum für Grünstreifen lassen, auf denen Baumreihen gepflanzt werden können. Die Mindestbreite des Straßenseitenraums richtet sich nach der zu erwartenden Endgröße, bzw. dem erwarteten Endalter der Bäume. Für eine Eichenallee, die ein Altersstadium >120 Jahre erreichen soll, ist beispielsweise ein Straßenseitenraum von mindestens 15 m Breite vorzusehen. Günstiger für eine Allee ist eine außenseitige landwirtschaftliche Nutzung, wobei darauf zu achten ist, dass nicht zu nahe an die Alleebäume gepflügt und dadurch der Wurzelraum geschädigt wird.

Die Annahme, dass in den meisten Bundesländern zumindest ein Straßenseitenraum beidseitig vorhanden ist, wurde durch eine stichprobeweise Prüfung der Katasterpläne in den Geoportalen der Bundesländer bestätigt (Geoportal.de). Es bleibt offen, ob der zur Verfügung stehende Straßenseitenraum für die Entwicklung von Alleen ausreichend ist. Bei alten Alleen, bei denen durch Fahrbahnverbreiterung Teile des Wurzelraums gekappt wurden, ist langfristig mit einer Beeinträchtigung der Baumgesundheit zu rechnen.

Auch in Frankreich sind die Straßenparzellen gebietsweise oder abhängig von der Straßenkategorie großzügig bemessen. Meistens sind die Straßen auf beiden Seiten von einem Entwässerungsgraben begleitet. In der Schweiz hingegen sind die Straßenparzellen meist auf die Fahrbahn beschränkt. Die Straßenentwässerung erfolgt heute oft unterirdisch, was die Pflanzung von Alleen verunmöglicht. Deshalb spielen in der Schweiz Alleen oder Alleenlandschaften eine untergeordnete Rolle.

Das klassische Bild der deutschen Allee ist eine geordnete Baumpflanzung in Reihen mit regelmäßigen Baumabständen (Lehmann 2006). Diese Charakteristik entsteht durch regelmäßige Mahd im Traufbereich seit der Pflanzung. Ohne Mahd würden Gehölze von unten in die Allee einwachsen, es würde ein Gehölz, eine Verbuschung entstehen, wodurch der typische Alleencharakter verlorengeht. In anderen Regionen Europas, z.B. in der Bretagne (F), zeigt sich oft ein anderes Bild. Fast alle Straßen sind von heckenartigen Gehölzstrukturen begleitet. Die darinstehenden Baumreihen können auf Anpflanzung zurückgehen, oft sind es aber einfach Wildlinge.

Alleen sind tendenziell ein Phänomen offener Landschaften mit Ackerland, Wiesen und Weiden. In hügeligen Landschaften mit viel Wald hatten Alleen schon früher eine geringere Bedeutung. Das ist auch darin begründet, dass Alleen in historischer Zeit der Orientierung dienten und Schutz vor Sonne und Unwettern boten.

Alleen im Wald gibt es nur, wenn z.B. Moore oder Heidegebiete um eine bestehende Allee aufgeforstet wurden. Eine neue Allee in einem Wald anzulegen ist nicht sinnvoll. Eine alte Allee in einer Aufforstung mit Kiefern und Fichten kann hingegen sehr attraktiv sein.

4.6.2 Kulturgut

Viele Alleen sind 100 Jahre alt oder älter und stammen aus einer ganz anderen Epoche (Peters et al. 2022). Nebst dem Wege- und Fahrbahnbau zur Personen- und Warenbeförderung waren die Pflanzungen der Alleen mit Tausenden von Bäumen gewaltige Projekte.

Gründe für das Anlegen von Alleen entlang von Straßen:

- Beschattung: Alleen waren auch Heeresstraßen, auf denen Truppen meist zu Fuß verschoben wurden. Napoleon ließ in ganz Europa Alleen zum Schutz vor Sonne und Wind für seine marschierenden Soldaten anlegen (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016a, 11). Reisen oder der Transport von Waren war vor dem Aufkommen des Automobils langsam und beschwerlich. Schatten war daher willkommen.
- Orientierung: Ohne Landkarten waren gut erkennbare Landmarken wie Alleen eine wichtige Orientierungshilfe (Peters et al. 2022, 1; Association pour la Protection des Arbres en bord des Routes 2007).
- Seitliche Begrenzung der Fahrbahn bei geschlossener Schneedecke und Schutz vor Schneeverwehungen (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016b, 26).
- Die Anlage von Alleen kann aber auch Ausdruck und Inszenierung der Staatsmacht sein, welche den Verkehrsweg erstellt hat, und damit dem Werk eine dritte, von weitem sichtbare Dimension gibt.

Alleen sind ein Kulturgut, Zeugnis der Leistung, des Gestaltungs- und Ordnungswillens früherer Generationen. Alleen säumen oft historische Verkehrswege, die im Verlauf der Jahre eine gewisse Berühmtheit erlangt haben. Diese wurden stellenweise zu leistungsfähigen Hauptverkehrsstraßen ausgebaut. Beispiele sind die Berliner-Straße, B5, oder die Ludwigsluster-Chaussee, L72, in Mecklenburg-Vorpommern.

Viele Institutionen und Interessengruppen setzen sich dafür ein, dass Alleen als Kulturgut anerkannt und geschützt werden, um sie letztendlich zu erhalten (Niedersächsischer Heimatbund e. V. 2018; Göppel 2023; Alleenschutzgemeinschaft e. V. 2023).

Im BNatSchG 2023 § 1 Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege heißt es beispielsweise: (4) Zur dauerhaften Sicherung der Vielfalt, Eigenart und Schönheit sowie des Erholungswertes von Natur und Landschaft sind insbesondere 1. Naturlandschaften und historisch gewachsene Kulturlandschaften, auch mit ihren Kultur-, Bau- und Bodendenkmälern vor Verunstaltung, Zersiedelung und sonstigen Beeinträchtigungen zu bewahren.

Alleen sind Teil der historisch gewachsenen Kulturlandschaften. Ein Forschungsprojekt der Hochschule für nachhaltige Entwicklung Eberswalde widmet sich mit vielen Teilprojekten dem Thema (Dujesiefken et al. 2022). Etliche Ländergesetze (Tab. 1), in welchen Alleen geschützt sind, sind Ausdruck der Bedeutung der Alleen als Kultur- und Naturgut.

Diese Wertschätzung ist Grundlage der nötigen Güterabwägung zwischen Verkehrssicherheit und Schutzwürdigkeit und Erhalt der Alleen. Eine Güterabwägung ist dann nötig, wenn verschiedene Gesetze (auch Richtlinien, Regelwerke, Normen) über denselben Gegenstand konträre Aussagen machen. Die Richtlinie für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesysteme (RPS 2009), in der die Alleen und Baumreihen vorerst nicht berücksichtigt waren, wurde auf Grund eines Schreibens der Umweltministerkonferenz an das BMUB (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (Umweltministerkonferenz 17.06.2016) und den darauf folgenden Forderungen verschiedener Verbände angepasst. Im Allgemeinen Rundschreiben Straßenbau Nr. 28/2010 (Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung 2010a) wird auf die Neupflanzung von Straßenbäumen eingegangen. Im Leitfaden für Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz an Landstraßen (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020a) wird das Thema Fahrzeugrückhaltesysteme und Alleebäume vollumfänglich behandelt.

Ein wichtiges Dokument für den Landschaftsschutz ist das Landschaftsübereinkommen des Europarates (2000), wobei die Bundesrepublik Deutschland in der Liste der Vertragsstaaten fehlt. Auf der Basis des Landschaftsübereinkommens ließ der Europarat speziell einen Bericht zu den Baumalleen in gesamteuropäischer Perspektive erstellen, in welchem unter anderem auch die Konflikte mit den Anliegen der Verkehrssicherheit thematisiert werden (Pradines 2009).

Es existieren verschiedene Ansätze, Landschaften zu bewerten und schützenswerte Landschaften zu erkennen. Michael Roth (2012) erläutert verschiedene Methoden der Landschaftsbewertung und schlägt selbst eine auf online-Befragungen abgestützte Landschaftsbildbewertung vor. Roth hat, im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN), mit dieser Methode Karten der Landschaftsschönheit und somit Schutzwürdigkeit für ganz Deutschland erstellt, welche für die Landschaftsplanung, namentlich für die Standortwahl für neue Windkraft, Stromtrassen oder Solaranlagen verwendet werden (Roth 2021).

Hoppe (2011) gibt einen guten Überblick, was unter Kulturlandschaft zu verstehen ist, und wie Kulturlandschaft Biodiversität hervorbringt. In der wissenschaftlichen Debatte steht der Landschaftswandel im Vordergrund. In der einschlägigen Literatur wird oft der Begriff "Elemente der traditionellen Kulturlandschaft" verwendet (Ewald 1978; Ewald und Klaus 2010; Thiem und Bastian Olaf 2014).

Thiem (2014) bezeichnet Alleen als Kulturlandschaftselement neben vielen anderen wie Hecken, Ackerterrassen, Gruben, extensives Grünland, Heiden usw., also alles Zeugen der landwirtschaftlichen und wirtschaftlichen Aktivitäten früherer Generationen, welche die Landschaft geprägt und geformt haben, vor den Flurbereinigungen und der übermäßigen Inanspruchnahme der Landschaft für die technische Infrastruktur. Im Zuge des Landschaftswandels wurden Ackerraine, Hecken und Feldgehölze entfernt, Bäche eingedolt, Alleen für leistungsfähigere Straßen abgeholzt. Das Resultat ist eine an Landschaftselementen verarmte Landschaft (Ewald und Klaus 2010).

4.7 Alleen als Naturgut

4.7.1 Bestand und Zustand der Alleen

Eine erste bundesweite Bestandserfassung von Alleen erfolgte auf der Datengrundlage des digitalen Basis-Landschaftsmodell (ATKIS-Basis-DLM) (Peters et al. 2022). Eine klare Abgrenzung z.B. zu Hecken und Gehölzen war nicht immer möglich. Peters et al. (2022) weist an den 217 000 km Bundes-, Länder- und Kreisstraßen 19 800 km Alleen und 73 300 km einseitige Baumreihen aus. Nach Lehmann (2006) wurden seit 1956 im Westen Deutschlands bis in die 1970er Jahre mindestens 12 500 km Baumreihen gefällt.

Interessant ist der Vergleich der Dichte an Alleen und einseitigen Baumreihen zwischen den Bundesländern (Bild 6):

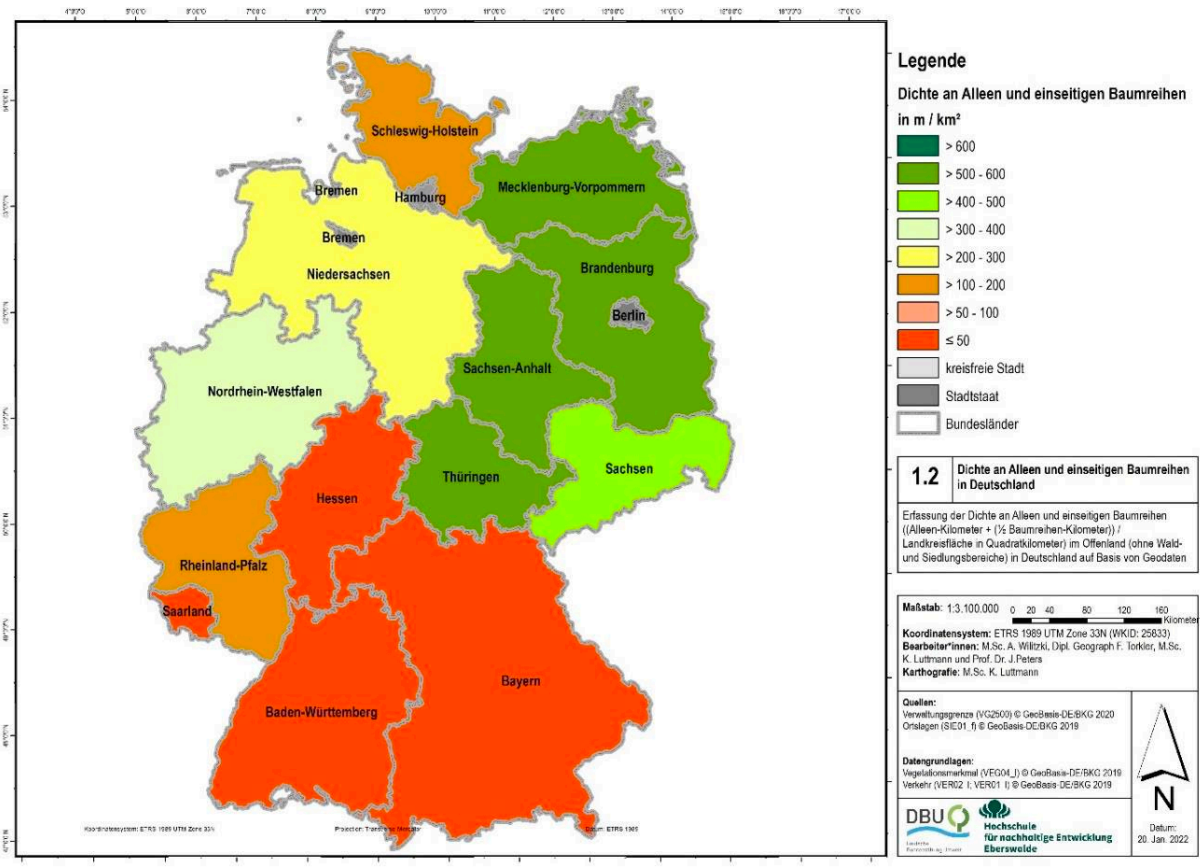


Bild 6: Alleendichte in den verschiedenen Bundesländern (aus Peters et al. 2022)

Die Bundesländer mit der höchsten Alleendichte sind Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Thüringen und Sachsen, also ausschließlich die neuen Bundesländer. Im Westen ist ein Nord-Süd-Gradient zu beobachten, wobei in den südlichen Bundesländern Baden-Württemberg, Bayern und Hessen die Alleendichte am geringsten ist.

In den Bundesländern mit Alpen- oder Mittelgebirgsanteil mit stärkerem Relief und höherem Waldanteil wurden auch schon früher weniger Alleen angelegt (Bild 7). Bei den neuen Bundesländern wurden die Straßen in der damaligen DDR wegen geringerem Individualverkehr, finanzieller Engpässe und anderer staatlicher Prioritäten weniger ausgebaut. Die Alleen blieben deshalb eher erhalten als im Westen.

Bild 7: Waldanteil in den Bundesländern (Darstellung aus (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Bundesverband e.V. 2023))

Alleenarmut korreliert mit dem hohem Waldanteil der Bundesländer (Bild 7). Brandenburg ist hingegen eine Ausnahme. Der Waldanteil in Mecklenburg-Vorpommern wäre noch geringer, wenn die großen Flächen, auf denen seit dem Zweiten Weltkrieg Moore und Heideflächen aufgeforstet wurden, nicht berücksichtigt würden.

Über den Zustand der Alleen, insbesondere das Alter, den Gesundheitszustand oder die Artenzusammensetzung sind noch keine Aussagen möglich. Dazu sind vor-Ort-Untersuchungen notwendig. Peters et al. (2022) haben hierfür eine Kartieranleitung für eine bundesweite Erfassung der Alleen entwickelt.

4.7.2 Baumarten der Alleen

Bundesweite Daten zu den Baumarten liegen noch nicht vor. Aus Peters et al. (2022) oder dem online-Baumkataster von Niedersachsen (Niedersächsischer Heimatbund e. V. 2023) kann abgeschätzt werden, aus welchen Baumarten die Alleen bestehen, siehe Tab. 2.

Art	Deutsch
Acer campestre L.	Feld-Ahorn
Acer platanoides L.	Spitz-Ahorn
Acer pseudoplatanus L.	Berg-Ahorn
Aesculus hippocastanum L.	Gewöhnliche Rosskastanie
Betula pendula Roth	Hänge-Birke
Carpinus betulus L.	Hagebuche
Fagus sylvatica L.	Rot-Buche
Fraxinus excelsior L.	Gewöhnliche Esche
Juglans regia L.	Walnussbaum
Malus pumila Mill.	Apfelbaum
Malus sylvestris (L.) Mill.	Holz-Apfelbaum
Picea abies (L.) H. Karst.	Fichte
Pinus sylvestris L.	Wald-Föhre
Platanus ×hispanica Münchh.	Bastard-Platane
Populus nigra subsp. pyramidalis Čelak.	Pyramiden-Schwarzpappel
Prunus avium L.	Süsskirsche
Prunus domestica L. subsp. domestica	Zwetschgenbaum
Pyrus communis L.	Birnbaum
Pyrus pyraster Burgsd.	Wild-Birnbaum
Quercus petraea Liebl.	Trauben-Eiche
Quercus robur L.	Stiel-Eiche
Sorbus aucuparia L.	Vogelbeerbaum
Tilia cordata Mill.	Winter-Linde
Tilia platyphyllos Scop.	Sommer-Linde
Tilia x europaea L.	Holländische Linde
Ulmus glabra Huds.	Berg-Ulme
Ulmus laevis Pall.	Flatter-Ulme
Ulmus minor Mill.	Feld-Ulme

Tab. 2: Angepflanzte Baumarten in Alleen außerhalb der Städte

In Alleen an Landstraßen werden mitteleuropäische Waldbäume, Obstbäume und die ursprünglich aus Südosteuropa und Kleinasien stammenden Arten Rosskastanie und Walnussbaum angepflanzt, sowie die Platane (der Hybrid *Platanus x hispanica*).

Eine erste Analyse der verfügbaren Beispieldaten aus der oben genannten Literatur ergibt, dass der überwiegende Teil der Alleen aus Stiel-Eiche, Holländischer Linde, Winter-Linde, Sommer-Linde, Bergahorn, Sitzahorn, Hängebirke, Esche und Walnussbaum besteht.

Weiden oder Pappeln (außer der Pyramiden-Schwarzpappel) werden nicht als Alleebäume gepflanzt, da die Gefahr der Astbrüche zu groß ist. Die Standortansprüche der Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) sind für Alleen zu speziell, sie wächst entlang von Bächen oder auf Moorböden. Von Weißtannen-Alleen (*Abies alba*) ist nichts bekannt. Robinien-Alleen (*Robinia pseudoacacia*) sind selten und sollten auch nicht weiter propagiert werden, da die Art als invasiver Neophyt eingestuft wird.

Die Liste der in Städten verwendeten Baumarten ist deutlich länger, siehe GALK-Straßenbaumliste, Stand 2023 (GALK e.V. 2023). Sie umfasst mittlerweile bereits um die 170 Taxa und enthält auch zahlreiche asiatische und amerikanische Gehölzarten, sowie zahlreiche Zuchtformen (Sorten) einheimischer und exotischer Baumarten. Exotische Bäume wurden in der Vergangenheit nicht in Alleen außerhalb der Städte gepflanzt. Bei Nachpflanzungen dürfen nur einheimische Arten verwendet werden.

Welche Baumarten sinnvollerweise für die Alleenerneuerung an Bundes- und Landesstraßen verwendet werden sollen, wird im Kapitel Alleenmanagement thematisiert.

4.7.3 Naturwert von Alleen

Die nachfolgenden Ausführungen zum ökologischen Wert von Alleen und Straßenbäumen beziehen sich auf Bäume und Baumgruppen im Allgemeinen, das heißt Bäume im Wald, in Parks, in Hecken und Feldgehölzen und Einzelbäume in der Feldflur. Es gibt keine alleenspezifische Biodiversität. Bedeutsam ist, dass Alleen Baumaggregate sind und somit eine ähnliche ökologische Funktion erfüllen wie Baumgruppen, Feldgehölze, Baumhecken oder lockere Waldbestände.

Alleen weisen verglichen mit dem durchschnittlichen deutschen Wald einen überdurchschnittlich hohen Anteil an alten Bäumen auf, Alter > 120 Jahre.

Es ist ein gesamteuropäisches Phänomen, dass es in bewirtschafteten Wäldern keine wirklich alten Bäume gibt, da die Bäume ab einem gewissen Alter geschlagen werden. Ausnahmen sind vielleicht extrem dünn besiedelte Regionen, in denen wenig Waldwirtschaft betrieben wird. Ausnahmen sind auch Gebirgsregionen in der Schweiz, Deutschland und Österreich mit bis zu 300 Jahre alte Fichten und Weißtannen. Die übliche forstliche Umtriebszeit für einen Wirtschaftswald beträgt 80 - 120 Jahre. Waldbäume werden jedoch wesentlich älter. Ihr Maximalalter kann nur geschätzt werden, da es kaum Exemplare gibt, an denen es messbar ist. Eichen und Linden können bis 1000 Jahre, Buche, Bergahorn, Esche, Weißtanne und Fichte bis 500 Jahre alt werden. Das bedeutet, dass alte Bäume und somit die Habitate, die sie anbieten, wie hohle Stämme, Stamm- und Asthöhlen in der Landschaft weitgehend fehlen. Mödler (2014) interpretiert die Vorkommen von 115 xylobionten Käferarten als Urwaldrelikte. Er geht der Frage nach, wie die Waldentwicklung in Schleswig-Holstein aus historischer Perspektive in Bezug auf Altbäume verlaufen ist.

In England gibt es ein Ancient-Tree-Forum, welches sich um alte Bäume kümmert und somit die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit auf das Thema der alten Bäume lenkt (Ancient Tree Forum 2015). Auch in Deutschland gibt es mit dem Kuratorium Nationalerbe-Bäume (2023) eine ähnliche Initiative.

Die von Roloff (2020) in der Baumkontrollrichtlinie der Forschungsgemeinschaft für Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e. V. vorgeschlagenen Entwicklungsphasen der Bäume, Jugendphase, Reifephase und Altersphase orientieren sich an der Forstwirtschaft und sind daher nicht ganz zutreffend. Im Fall von Alleebäumen, an denen kein forstliches Interesse besteht, sollte das erreichbare biologische Alter und nicht das Alter der Hiebreife als Ausgangspunkt genommen werden. Auch eine 200-jährige Buche kann kerngesund sein. Die Baumgesundheit ist u. a. von Ereignissen der individuellen Baumgeschichte abhängig, wie Blitzschlag, Sturm- oder Schneeschaden und den Reaktionen des Baums darauf. Bäume haben ihre Strategie, mit Verletzungen umzugehen. Zudem bilden Eichen oder Linden ab einem gewissen Alter eine Sekundärkrone aus, die durchaus wieder ihre Stabilität hat und den baumstatischen Erfordernissen bei Sturm und Schnee genügt (Dujesiefken 2022). Die Idee, die Kontrollintervalle dem Baumalter anzupassen, ist grundsätzlich richtig.

Der Naturwert einer Allee besteht darin, dass:

- Alleebäume Lebewesen sind und für sich selbst einen Wert haben.
- Alleebäume Futterpflanze für Hunderte von anderen Arten sind.
- Alleen in ihrem Unterwuchs oft FFH-, Flora/Fauna-Habitate, also nach der FFH-Richtlinie geschützte Lebensräume enthalten.
- Alleebäume Habitat für andere Tiere und Pflanzen sind.

4.7.4 Eigenwert der Alleebäume

Der Baum wird nicht funktional, als Dasein für etwas anderes betrachtet, sondern für sich selbst. Jeder Baum ist ein Individuum, dass durch sein Wuchsverhalten und die Reaktionen auf die Umwelteinflüsse eine spezielle Gestalt ausbildet, an der seine Geschichte ablesbar ist (Dujesiefken und Liese 2022). Weitere Aspekte sind die Fähigkeiten, ein hohes Alter zu erreichen und die Quasi-Unsterblichkeit von Baumgewebe. Wurzelstöcke können immer wieder ausschlagen, oder aus Zweigen, z.B. von Weiden und Pappeln, können wieder neue Baumindividuen entstehen.

4.7.5 Alleebäume als Futterpflanze für Tiere

Raupen und zahlreiche Nachtfalter-Arten (Tab. 3) nutzen die Blätter und Blüten von Alleebäumen wie beispielsweise Eichen, Birken, Linden als Nahrungsquelle (Pronatura Schweiz 1997).

Name	Deutscher Name	RL Kat.
Mesogona acetosellae (Denis & Schiffermüller, 1775)	Eichenwald-Winkeleule	1
Dichonia aprilina (Linnaeus, 1758)	Grüne Eicheneule	V
Dichonia convergens (Denis & Schiffermüller, 1775)	Graue Eicheneule	2
Dryobotodes eremita (Fabricius, 1775)	Olivgrüne Eicheneule	*
Dicycla oo (Linnaeus, 1758)	Eichen-Nulleneule	3
Catocala promissa (Denis & Schiffermüller, 1775)	Kleiner Eichenkarmin	V
Spudaea ruticilla (Esper, 1791)	Graubraune Eichenbuscheule	1
Catocala sponsa (Linnaeus, 1767)	Großer Eichenkarmin	*
Nycteola revayana (Scopoli, 1772)	Eichen-Wicklereulchen	*

Tab. 3: Auf Eiche spezialisierte Eulenfalter (Liste nicht vollständig)

Legende: Rote Liste DE: * nicht gefährdet, V Vorwarnliste, 3 gefährdet, 2 stark gefährdet.

4.7.6 Alleen als geschützter Lebensraum nach FFH-Richtlinie

Alleen inklusive den Straßenseitenraum und den sich darauf befindlichen Bodenhabitaten können häufig als Lebensraum oder Lebensraummosaik gemäß der FFH-Richtline angesprochen werden (Tab. 4).

Nr.	Bezeichnung
2310	Trockene Sandheiden mit Calluna und Genista (Dünen im Binnenland)
2330	Dünen mit offenen Grasflächen mit Corynephorus und Agrostis
4030	Trockene europäische Heiden
6120	Trockene, kalkreiche Sandrasen
6210	Naturnahe Kalk-Trockenrasen und deren Verbuschungsstadien (Festuco-Brometalia) (* besondere Bestände mit bemerkenswerten Orchideen)
6430	Feuchte Hochstaudenfluren der planaren und montanen bis alpinen Stufe
9190	Alte bodensaure Eichenwälder mit Quercus robur usw.

Tab. 4: Beispiele für Lebensräume nach FFH-Richtlinie in Alleen (Liste nicht vollständig)

Eine Erklärung ist, dass der Straßenseitenraum seit Jahrzehnten extensiv ohne Düngung und Pflanzenschutzmittel genutzt oder gepflegt wird. Das Bodenhabitat wird z.B. von Wildbienen besiedelt, die in den Böden nisten und auf den Blütenpflanzen Pollen und Nektar sammeln. Im Bodenhabitat können Rote-Listen-Arten von Pflanzen und Insekten vorkommen (Tab. 5).

Art	Deutscher Name	RL MV Kat.
Aira caryophyllea	Nelken-Haferschmiele	3
Anthemis arvensis	Acker-Hundskamille	V
Armeria maritima	Strand-Grasnelke	3
Betonica offinalis	Heilziest	2
Carex arenaria	Sand-Segge	K
Dianthus deltoides	Heide-Nelke	3

Galium boreale	Nordisches Labkraut	2
Hieracium umbellatum	Doldiges Habichtskraut	K
Jasione montana	Berg-Jasione	V
Myosotis stricta	Sand-Vergissmeinnicht	V
Peucedanum oreoselinum	Berg-Sesel	K
Pimpinella saxifraga	Kleine Bibernelle	V
Sedum maximum	Grosse Fetthenne	V
Selinum carvifolia	Kümmel-Silge	3
Teesdalia nudicaulis	Bauernsenf	V
Thesium linophyllon	Mittleres Vermeinkraut	1
Thymus pulegioides	Gewöhnlicher Feldthymian	V

Tab. 5: Rote-Listen-Arten von Pflanzen in Alleen Kreis Ludwigslust-Parchim, Mecklenburg-Vorpommern, Aufgenommen von Daniel Knecht am 3.8.2023 gemäß Roter Liste der Pflanzenarten von Mecklenburg-Vorpommern (Voigtländer 2005)

Legende Rote Liste MV: V Vorwarnliste, 3 gefährdet, 2 stark gefährdet, 1 vom Aussterben bedroht, K Kennart für FFH-Lebensraum.

In neuerer Zeit besteht die Gefahr, dass beim Unterhalt des Straßenbegleitstreifens invasive Neophyten aufkommen können. Die Alleen entwickeln sich so zu Ausbreitungsrouten für invasive Neophyten in der Landschaft. Das Vorkommen von invasiven Neophyten im Straßenseitenraum ist jedoch regional sehr unterschiedlich. Die zur Diskussion stehenden Pflanzen sind beispielsweise Kanadische und Spätblühende Goldrute (*Solidago canadensis* und *gigantea),* Einjähriges Berufkraut *(Erigeron annuus),* Herbst-Traubenkirsche (*Prunus serotina),* Schmetterlingsstrauch (*Buddleja davidii)*, und Japanischer Staudenknöterich (*Reynoutria japonica)*. Schröcker weist auf das Ausbreitungspotenzial der Herbst-Traubenkirsche (*Prunus serotina)* in relativ hellen, wenig oder ungenutzten Gehölzflächen in Mecklenburg-Vorpommern hin. Das Ausbreitungspotenzial der Art in nicht oder nachlässig gepflegten Alleen könnte zunehmen (Schröcker et al. 2013).

4.7.7 Habitatbäume

Der Begriff Habitatbaum wird gemäß Dujesiefken und Dietz (2019) sowie Bütler (2020) wie folgt verstanden (Bild 8, Tab. 6):

- Auf der Rinde stellt sich ein Bewuchs an Epiphyten, Moosen und Flechten ein.
- Vögel bauen in der Krone Nester, welche auch als Mikrohabitat anzusehen sind.
- Im oder am Baum selbst beginnen sich durch Ausfaulung Höhlen zu bilden, oder Höhlen werden von Spechten gemeißelt, die später wiederum von anderen Tieren besiedelt werden.
- Am Baum beginnen sich weitere sog. Mikrohabitate zu bilden, wie Spalten und Risse im Stamm, Rindenabrisse, Pilzfruchtkörper oder Efeubewuchs.

Mit zunehmendem Alter werden Bäume, insbesondere auch Alleebäume, zu Habitatbäumen, eine Entwicklung, die von der Baumart bestimmt wird. Eichen benötigen mehr Zeit zur Bildung von Höhlen als weiche Hölzer (Bütler 2020). Bei Eichen stellt sich die Bildung von Stamm- und Asthöhlen ab einem Alter von ca. 100 Jahren ein, bei Linden und Ahornen früher, bereits ab ca. 70 Jahren, bei Obstbäumen noch früher ab ca. 50 Jahren.

Nach Bütler (2020) treten Habitatbäume vermehrt wieder in den Fokus der Forstwirtschaft. Forstbetriebe werden vermehrt angehalten und dafür sensibilisiert, Habitatbäume zu erhalten. Es werden Zielgrößen empfohlen, wie viele Habitatbäume pro Hektar Wirtschaftswald vorkommen müssen, um die ökologischen Funktionen in einem Waldstück voll zu erfüllen, nach Bütler (2020) 6 bis 10 Bäume pro Hektar. Ähnliches ist für Alleen anzustreben. Ein gewisser Anteil der Alleebäume sollte Mikrohabitate aufweisen, um für bestimmte Arten genügend Lebensraum bereitzustellen (Bild 8). Entsprechende Richtwerte sind jedoch noch nicht ausgearbeitet.

Fachleute aus Europa erarbeiten eine vereinheitlichte Typologie der Mikrohabitate (Bütler 2020). Es existiert eine App, um Habitatbäume nach dieser einheitlichen Methode in drei hierarchischen Stufen zu erfassen. Es werden jedoch nur die Mikrohabitate als Objekt erfasst, nicht ob und von wem sie besiedelt sind.

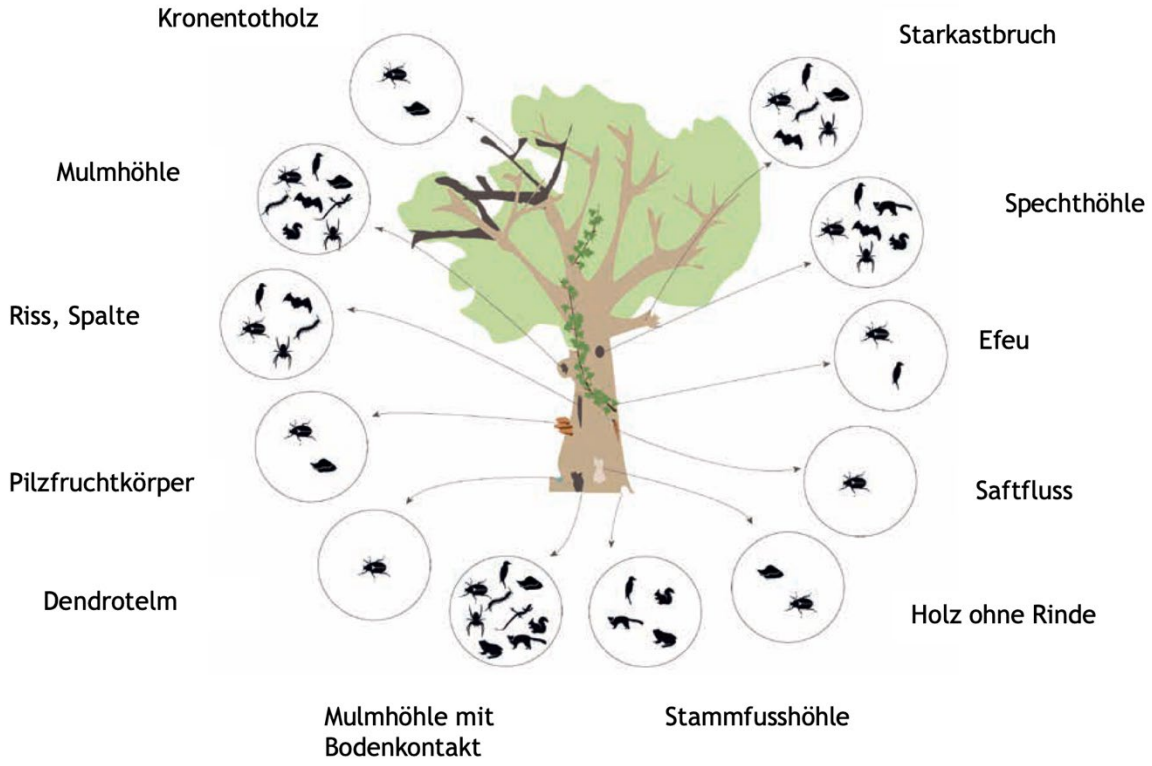


Bild 8: Mikrohabitate an einem Baum (Nach Bütler 2020)

Organismengruppe	Habitat, Nutzung des Habitats
Moose	Kleinhabitate auf der Rinde von Stamm und Ästen
Flechten	Kleinhabitate auf der Rinde von Stamm und Ästen
Käfer	Höhlen, zersetztes Holz (Mulm) wird von Larven als Futter genutzt, Fruchtkörper von holzbewohnenden Pilzen, Rinde (Kambium), Splint etc.
Spechte	Brüten in selbstgebauten Höhlen
übrige Vögel	Brüten in selbstgebauten Nestern in der Krone oder in Höhlen
Fledermäuse	Nutzen verschiedener Mikrohabitate am Baum, u.a. Baumhöhlen als: - Wochenstube (Aufzucht der Jungen) - Schlafplatz tagsüber - Überwinterungsort
Übrige Säuger	Verschiedenste Säuger, Eichhörnchen, Marderartige oder Schläfer nutzen Baumhöhlen als Ruheplatz bei schlechter Witterung oder als Überwinterungsplatz

Tab. 6: Organismengruppen und Nutzung der Habitatbäume

In Anlage 4 werden wichtige Organismengruppen auf Habitatbäumen anhand exemplarischer Arten besprochen.

4.7.8 Biotopverbund

Alleen spielen für den Biotopverbund eine entscheidende Rolle. Erwiesen ist dies z.B. für verschiedene Fledermausarten, die bestimmte Flugkorridore entlang von Gehölzstrukturen nutzen (Bohnenstengel 2014), oder für Vogelarten, welche lockere Gehölzstrukturen dem offenen Land vorziehen (Bannas 2024). Auch Säugetiere wie der Baummarder (*Martes martes* (Linné, 1758) oder das Hermelin (*Mustela erminea Linné, 1758*) bewegen sich vorzugsweise in der Deckung von Gehölzen, nutzen Gehölze als Jagdraum, oder nutzen Baum- und Wurzelhöhlen als Ruheplatz.

Die Bodenvegetation auf den Straßenbegleitflächen der Alleen, oft nach FFH-Richtlinie geschützte Lebensräume und selbst Trittsteinbiotop, bietet Deckung für wandernde Tiere.

Fast alle Bundesländer verfügen über eine Biotopverbundplanung (Bannas et al. 2017). Ziel ist es, bestehende Schutzgebiete durch die Schaffung neuer Schutzgebiete, ökologischer Korridore, oder ökologischer Landschaftselemente miteinander zu verbinden. Am meisten wird in einem Biotopverbundsystem erreicht, wenn verschiedenste Programme, Maßnahmen und Initiativen zum Einsatz kommen, dargelegt im Zustandsbericht zum Biotopverbundkonzept von Bayern (Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz 2022).

4.8 Alleenmanagement

Unter Alleenmanagement werden die Themen Alleenerneuerung, Alleenkonzepte, Baumkrankheiten, Baumkontrolle und Baumpflege abgehandelt.

4.8.1 Alleenerneuerung - Alleenkonzepte

Eine Vorreiterrolle hinsichtlich Alleenerneuerung haben Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg inne. Auf Grund ihrer Alleenkonzepte wurden in den vergangenen Jahren Tausende von Alleebäumen gepflanzt, oft an Kreisstraßen zusammen mit der Erstellung von Radwegen. Eine Übersicht zur Alleenerneuerung in den Bundesländern in den zurückliegenden 10 bis 20 Jahren fehlt bislang. Ausnahmen sind Mecklenburg-Vorpommern, das eine Alleenkartierung bereits 1992-1996 durchgeführt hatte, und Brandenburg, wo seit 2008 jährlich eine Statistik der gefällten und neu gepflanzten Alleebäume an Bundes- und Landesstraßen publiziert wird (Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg 2023). In Nordrhein-Westfalen wurden die Neupflanzungen des 100-Alleen-Programms ab 2006 ins Baumkataster aufgenommen (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016a).

In Mecklenburg-Vorpommern wurden von 1996 bis 2020 an Bundes- und Landesstraßen 91 307 Bäume gefällt und 125 125 Bäume gepflanzt, also ein positiver Saldo. Begründet ist dies darin, dass zu Beginn der Periode auf Grundlage des damaligen Alleenerlasses ein Ersatz mit einer Rate 1:3 verlangt wurde (Dujesiefken 2022a). Die Statistik in Brandenburg zeigt, dass seit 2016 die Anzahl gefällter Bäume an Bundestraßen jeweils doppelt bis viermal so hoch war, wie die Anzahl neu gepflanzter Bäume (Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg 2023).

Der ökologische Wert einer neu gepflanzten Allee ist nicht vergleichbar mit einer alten Allee, die gefällt und ersetzt wurde. Der ökologische Wert stellt sich erst mit einer großen zeitlichen Verzögerung ein. Wurde eine 100-jährige Eichenallee gefällt, würde sich dieselbe ökologische Wertigkeit einer Ersatzpflanzung erst wieder in 100 Jahren einstellen.

Ein landesbezogenes Alleenkonzept müsste als Minimalinhalt enthalten:

- Eine Zielgröße für den Bestand an Alleebäumen, wobei ein Referenzjahr festzulegen ist (Gegenwart oder ein Jahr in der Vergangenheit). Wird ein Jahr in der Vergangenheit gewählt, z.B. 1960, wäre das Ziel die Restitution eines früher größeren Alleenbestandes.
- Vorstellungen, wo diese Alleebäume gepflanzt werden sollen. An Kreis- Landes- oder Bundesstraßen, in Lücken bestehender Alleen oder Neuanpflanzung mit Landerwerb.
- Verortung der Alleenpflanzprojekte: Hier können alte Luftbilder Hinweise liefern. Alleen, die bekanntermaßen in den letzten 30 Jahren abgeholzt wurden, könnten nachgepflanzt werden.

- Eine jährliche Zielgröße, z.B. jedes Jahr sind 1000 Alleebäume neu zu pflanzen, um den Bestand langfristig zu halten.
- Umgang mit Fällungen: Ersatz 1:1 oder höher.
- Angaben zu jährlichen Pflanz-, Landerwerbs- und Pflegekosten.
- Finanzierung.

Das Alter der Alleen, bzw. die Altersklassenverteilung bundesweit und in den einzelnen Ländern ist nur lückenhaft bekannt. Das Alter von Alleebäumen wird indirekt über den Stammdurchmesser, abhängig von der Baumart, ermittelt. Es ist jedoch notwendig, mit Bohrkernen und stichprobeweisen exakten Altersbestimmungen die Umrechnung vom Stammdurchmesser zum Baumalter - artabhängig - zu validieren (Föry 2014).

Zu wenig bekannt ist das von der Baumart abhängige mögliche Endalter von Alleebäumen. Fraglich ist, ob Alleebäume an Straßen in ihrer Altersphase zu erhalten sind, wenn sich eine Sekundärkrone auszubilden beginnt, beziehungsweise ob der notwendige Pflegeaufwand noch vertretbar ist.

Die Altersklassenverteilung und das mögliche Endalter der Alleen sind wichtige Größen, um den notwendigen jährlichen Pflanzbedarf abzuschätzen. Ob eine Allee 100, 200 oder 300 Jahre alt werden kann, hat - immer unter der Voraussetzung, dass der Alleenbestand erhalten bleiben soll - einen großen Einfluss auf die jährlich erforderliche Nachpflanzrate. Der Ersatz gefällter Bäume muss einberechnet werden. Der Ersatz gefällter Alleebäume durch Neupflanzungen ist in Bundesländern mit einem gesetzlichen Alleenschutz rechtlich verpflichtend.

Für die Abstände von Neupflanzungen zum Fahrbahnrand gibt es verschiedene Empfehlungen (zitiert aus Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 2020):

- Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeugrückhaltesysteme (FGSV 2009): Der empfohlene Abstand von Straßenbäumen zum Fahrbahnrand beträgt je nach zulässiger Höchstgeschwindigkeit 4,5 bis 12 m, bei 80 km/h 7,5 m.
- Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume ESAB, (FGSV 2006): Der Mindestabstand von Straßenbäumen zum Fahrbahnrand beträgt 4,5 m.
- Alleen-Erlass Mecklenburg-Vorpommern 2015: Der Mindestabstand von Straßenbäumen zum Fahrbahnrand beträgt 4,5 m; falls Fahrzeugrückhaltesysteme montiert sind, 3 m.

Bei Lückenbepflanzungen sind diese Abstände nicht einzuhalten. Diese werden in der Flucht der bestehenden Bäume gepflanzt.

Für die Abstände zum landwirtschaftlich genutzten Kulturland existieren keine Regeln oder Empfehlungen. Aus ökologischer Sicht müsste jedoch der Abstand zum Kulturland so groß wie der Trauf der Baumkronen sein, da sonst durch Pflügen die Wurzeln im Oberboden beschädigt werden. Unbedenklich hingegen ist eine extensive Grünlandnutzung.

In vielen Fällen ist eine Alleenneupflanzung auf Grund der geforderten Abstände zur Fahrbahn nicht möglich, da die Straßenparzelle, bzw. der Straßenseitenraum zu schmal ist. In diesem Fall ist ein Landerwerb zu tätigen. Denkbar wäre auch, dass die Bäume an den Außenrand der Straßenparzelle gepflanzt werden und der Straßenbegleitstreifen, der Wurzelraum, gegen außen in der Breite des Kronentraufs mit Maßnahmen in der Landwirtschaft gesichert wird, indem z.B. ökologische Ausgleichsflächen entlang der Alleen (extensive Grünlandnutzung) angelegt werden.

Alleen lassen sich auf zwei Arten erneuern: 1) Lücken in bestehenden Alleen werden aufgefüllt. Nachpflanzung in Lücken, die kleiner als 50 m sind, machen dann Sinn, wenn es um den Ersatz von Altbäumen mit eingeschränkter Lebenserwartung geht. Bei Nachpflanzungen von nur einigen Bäumen wird man den Abstand zur Fahrbahn beibehalten, da der Effekt auf die Verkehrssicherheit bei größerem Abstand gering wäre. Bei der Nachpflanzung von größeren Alleenabschnitten mit einigen Dutzend bis Hunderten von Bäumen ist eine Vergrößerung des Abstands zum Fahrbahnrand aus Gründen der Verkehrssicherheit und auf Grund der bestehenden Empfehlungen in Betracht zu ziehen. Eine Limitierung ist jedoch die Breite des Straßenbegleitstreifens. Bei an Ackerland angrenzenden Alleen sollte der Wurzelraum an der Außenseite der Allee mindestens 5 m betragen, um eine Schädigung durch Pflügen zu vermeiden.

2) Neuanlage von Alleen an baumfreien Straßenabschnitten. Falls der Straßenseitenraum bereits die nötige Breite aufweist, mindestens 10 m auf jeder Straßenseite, ist kein Landerwerb nötig. Neuanlagen mit

geringerem Pflanzabstand zur Fahrbahn sind nur in Ausnahmefällen möglich, oder wenn Fahrzeugrückhaltesysteme zur Anwendung kommen. Das würde den Bedarf nach zusätzlich zu erwerbendem Land deutlich senken. Auch bei Neuanlagen mit Landerwerb ist zu berücksichtigen, dass auf der straßenabgewandten Seite der Alleen ein mindestens 5 m breiter Streifen nicht gepflügt wird. Die verschiedenen Aspekte der Alleenerneuerung, Pflanzabstände, Abstand zur Fahrbahn usw. werden bei Pradines (2022) und Plietzsch (2022) thematisiert.

Der säulenhallenartige Effekt alter Alleen wurde früher dadurch erzielt, dass die Bäume vergleichsweise eng, Pflanzabstand 8 - 10 m, gepflanzt wurden und die Bäume mit Erziehungsschnitten auf ihre Stammendhöhe hin gepflegt wurden. Wie im Wald treiben sich die Bäume durch Beschattung gegenseitig in die Höhe.

4.8.2 Baumartenwahl und Pflanzgutbeschaffung

In den Städten werden schon seit langem einheimische und Baumarten aus anderen Kontinenten als Park- und Alleebäume gepflanzt. Bei der Diskussion um die geeigneten Zukunftsbaumarten, welche den Klimawandel und nachteilige Umwelteinflüsse unbeschadet überstehen, werden lange Pflanzenlisten mit Gehölzarten als aller Welt gehandelt (Roloff et al. 2022; GALK e.V. 2023). In den Städten sind allerdings die Bedrohungen durch den Klimawandel für den Baumbestand und der Druck, darauf zu reagieren, ungleich größer als auf dem Land. Die Stadtgartenämter beklagen zunehmend Abgänge und Astabbrüche, welche Personen und Sachen gefährden und die Kontinuität der städtischen Baumalleen in Frage stellen.

Auch für Bäume an Landstraßen wird diese Diskussion um die richtige Baumartenwahl geführt. Zur Diskussion stehen südeuropäische und südosteuropäische Baumarten, welche größere Trockenperioden aushalten, z.B. Baumhasel (*Corylus colurna*), Französischer oder Burgen-Ahorn (*Acer mospessulanum*), Kapadozischer Ahorn (*Acer capadocicum*), Schneeball-Ahorn (*Acer opalus*), Schmalblättrige Esche (*Fraxinus angustifolius*), Blumen-Esche (*Fraxinus ornus*), Hopfen-Buche (*Ostrya carpinifolia*), Flaum-Eiche (*Quercus pubescens*), Zerr-Eiche (*Quercus cerris*), Ungarische Eiche (*Quercus frainetto*), Edel-Kastanie (*Castanea sativa*) und Silber-Linde (*Tilia tomentosa*).

Es ist zu berücksichtigen, dass diese südlichen Baumarten kleiner sind als die großen mitteleuropäischen Baumarten, und dass damit keine großen, majestätischen Alleen zu erstellen sind.

Mit den südlichen Baumarten, wie sie heute oft für Alleenpflanzungen vorgeschlagen werden, und einem großen Abstand zur Fahrbahn, ergibt sich ein anderer Alleentyp als die bekannten Säulenhallenalleen. Es muss kein Lichtraumprofil mehr freigeschnitten werden. Ob die ökologischen Funktionen und das landschaftsprägende Bild der heutigen Alleen mit diesem Alleentyp erfüllt werden, ist jedoch fraglich.

Vom Pflanzen außereuropäischer Gehölzarten an Landstraßen raten wir ab (Meinung der Verfasser), auch wenn es darunter große, schöne Bäume gibt, wie der Gingko-Baum (*Gingko biloba*) oder der Tulpenbaum (*Liriodendron tulipifera*). Das Ausbringen gebietsfremder Pflanzen in der freien Natur, dazu zählt auch das Verkehrsbegleitgrün ausserhalb von Ortschaften, ist zudem gemäß Bundesnaturschutzgesetz § 40 verboten (BNatSchG 2023).

In den Städten kommen oft gezüchtete Sorten auch einheimischer Baumarten mit speziellen Färbungen oder Kronenformen zum Einsatz. Gründe sind beengte Platzverhältnisse und höhere Ansprüche an die ornamentale Optik der Bäume. An Landstraßen sind Sorten züchterisch veränderter einheimischer Gehölze, Kugel- oder Säulenformen, Farbvarianten, weniger ein Thema, da hier meist genügend Platz vorhanden ist. Die Frage, ob in Anbetracht von Platzmangel und zu schmalen Straßenbegleitstreifen, auf Kleinalleen mit gezüchteten Kugel- und Säulenformen, die auch weniger Wurzelraum benötigen, umgestellt werden sollte, muss aus ökologischer und landschaftsästhetischer Sicht beantwortet werden. Eine wichtige Aufgabe wäre allerdings das Finden und Vermehren von Sorten – oder besser gesagt Stämmen – die gegen bestimmte Krankheiten oder gegen Trockenheit resistent sind. Neuerdings wird versucht, hitzeverträglichere Sorten mit biotechnologischen Methoden zu züchten (Land Brandenburg 2021). Problematisch dabei ist, dass die erzielten und vermehrten Klone genetisch verengt sind und daher für eine quasi Wildpopulation, wie eine Baumallee an einer Landstraße sie darstellt, nicht geeignet sind (Plietzsch 2022).

Standortansprüche der Bäume

Bei Pflanzprojekten ist auf die ökologischen Standortansprüche der einheimischen Baumarten zu achten, wie sie in den ökologischen Zeigerwerten von Ellenberg (2010) angegeben werden. Die Wahl der Baumart sollte sich nach dem vorliegenden ökologischen Standort richten. Auf trockenen Böden sind Trockenheitszeiger, auf feuchten bis nassen Böden Feuchtezeiger zu pflanzen. Beispielsweise erträgt die Traubeneiche mehr Trockenheit als die Stieleiche, ist jedoch empfindlicher auf Spätfröste, desgleichen erträgt die Winterlinde mehr Trockenheit als die Sommerlinde. Der Spitzahorn erträgt mehr Trockenheit als der Bergahorn usw.

Provenienzen, Pflanzenvermehrung

Die europäischen Baumarten haben riesige Verbreitungsgebiete und sind daher genetisch breit aufgestellt. Die regionalen Populationen zeigen Anpassungen an Klima und Böden. Diese Unterschiede werden im Forstwesen schon lange genutzt, beispielsweise für die unterschiedlichen Herkünfte von Saatgut. Auch die Baumschulen könnten dies vermehrt nutzen. Es gibt bereits Bestrebungen, mit Zertifikaten den Nachweis für regionale Gehölze zu erbringen. Das ist vor allem bei Büschen, Weiden und Rosen dringend nötig. Beim Finden von Zukunftsbaumarten könnte man jedoch noch einen Schritt weiter gehen und z.B. bewusst südliche Provenienzen der mitteleuropäischen Waldbäume in den Baumschulen vermehren und als Pflanzgut für Alleen bereitstellen.

Es ist denkbar, dass zukünftig vermehrt seltene oder bislang wenig gepflanzte mitteleuropäische Baumarten als Alleebäume zum Einsatz kommen: Feldahorn (*Acer campestre*), Speierling (*Sorbus domestica*), Elsbeerbaum (*Sorbus torminalis*).

Wichtig für die spätere Baumgesundheit und den Erfolg von Neupflanzungen ist die Qualität des Pflanzmaterials. Bei der Produktion des Pflanzmaterials wäre mehr Transparenz bei den Baumschulen und Forstbaumschulen gefragt. Wie wird das Material vermehrt? Woher stammt das Ursprungsmaterial, die Stecklinge oder das Saatgut? Die Vermehrung über Stecklinge hat den Nachteil, dass es zu genetischen Verengungen kommen kann. Es besteht die Gefahr, dass viele genetisch ähnliche Individuen für Krankheiten und Schädlinge anfällig sein können. Das Ziel wäre eine möglichst große genetische Diversität innerhalb derselben Baumart, die in Baumschulen vermehrt und für Nachpflanzungen verwendet wird (Plietzsch 2022). Bei der Holländischen Linde (*Tilia x europaea*, einem Hybrid von *Tilia cordata* und *Tilia platyphyllos*) ist unklar, ob die Vermehrung über Samen überhaupt möglich ist. Es ist möglich, dass die Bestände der Holländischen Linde an den Landstraßen genetisch nicht sehr breit sind, was ein Risiko für die Anfälligkeit auf Krankheiten und Trockenheitsstress bedeuten kann. Es braucht langfristige Abnahmeverträge der Bundesländer oder der Straßenbaulastträger mit den Baumschulen, damit diese die Investitionen für die Aufzucht in genügender Menge und Qualität aufbringen können. Die Erwartung der Besteller an die Qualität des Pflanzmaterials z.B. der Provenienz, der Art der Vermehrung und anderer Merkmale steuert auch das Angebot der Baumschulen. Auf die Baumschultechnik, die Art der Aufzucht wird hier nicht eingegangen.

4.8.3 Baumgesundheit

Ein Baum braucht für ein normales Wachstum einen Wurzelraum, der etwa der Projektionsfläche seiner Krone entspricht. An den alten Alleen war der Wurzelraum unter der Pflästerung immerhin noch mit Wasser versorgt. Bäume beziehen die Pflanzennährstoffe über ein Geflecht von Mycorrhiza-Pilzen aus dem Oberboden. Oft sind benachbarte Bäume auch durch dieses Pilzgeflecht miteinander verbunden. Aus tieferen Bodenschichten können die Wurzeln Wasser beziehen. An vielen Alleen ist heute der Wurzelraum durch Asphaltierung und Verbreiterung der Straßen, durch Streusalzeinsatz, oft auch durch ackerbauliche Nutzung im Traufbereich stark eingeschränkt. Auf Grund terrestrischer Fotoaufnahmen ist davon auszugehen, dass heute oft nur noch die Hälfte oder ein Drittel des ursprünglichen Wurzelraums vorhanden ist. Das ist für die langfristige Baumgesundheit nachteilig. Bei alten Alleen mit stark gekapptem Wurzelraum ist längerfristig mit größeren baumgesundheitlichen Problemen und dementsprechend höherem Pflegeaufwand zu rechnen. Bei Neuanlagen ist der für die Endgröße der Bäume benötigte Wurzelraum unbedingt zu berücksichtigen.

Im städtischen Bereich werden bei der Pflanzung von Bäumen oft Wurzelsubstrate eingebaut. An Landstraßen ist dies auf den angestammten Böden, wenn sie nicht durch die Kofferung in Mitleidenschaft gezogen worden sind, nicht nötig (Plietzsch 2022).

Straßenbäume leiden unter längeren Trocken- und Hitzeperioden. Es kann zu Schäden kommen, die jedoch oft erst Jahre später in Erscheinung treten. Die beiden Faktoren, gekappter, bzw. zu kleiner Wurzelraum und längere Trockenperioden, wirken sich ungünstig auf die Baumgesundheit aus. Das Resultat ist, dass mit einem niedrigeren Endalter und einer geringeren Endgröße der Bäume zu rechnen ist.

Im Folgenden wird auf vier der wichtigsten Baumkrankheiten eingegangen, welche den Alleenbestand gefährden:

- Ulmenkrankheit: Auslöser der Krankheit ist ein Pilz, *Ohpiostoma ulmi*, der hauptsächlich durch den Kleinen Splintkäfer (*Scolytus multistriatus*) oder den Großen Ulmensplintkäfer (*Scolytus scoytus*) übertragen wird. Die Krankheit führt dazu, dass heute Ulmen für Neupflanzungen kaum mehr verwendet werden.
- Eschenkrankheit: Das Eschentriebsterben, verursacht durch den Pilz *Chalara fraxinea,* führt zu einem vorzeitigen Absterben der Eschen. Die Krankheit führt dazu, dass heute kaum mehr Eschen für Neupflanzungen von Alleen verwendet werden. Der Pflegeaufwand für noch bestehende Eschenalleen nimmt ständig zu.
- Platanenkrankheit: Massaria-Krankheit der Platanen, hervorgerufen durch den Pilz *Splanchnonema platani (*Ces.). Durch den Befall vor allem der innerstädtischen Platanenalleen vergrößert sich der Pflegeaufwand. Es werden aber immer noch Platanenalleen gepflanzt oder nachgepflanzt.
- Rosskastanienkrankheit: Das Rosskastaniensterben in städtischen Alleen wird durch das Bakterium *Pseudomonas syringae pv. aesculi* hervorgerufen. Ob trotzdem weiterhin Kastanienalleen angepflanzt werden sollen, ist umstritten.

Die Ulmenkrankheit und das Eschentriebsterben haben europaweit zu einer Dezimierung der Wildbestände in den Wäldern geführt. Rosskastanien und Platanen werden erst seit ca. 200 Jahren in Mitteleuropa angepflanzt. Durch ihre Krankheiten sind Alleen in den Städten, aber auch an Landstraßen betroffen. Es gibt noch viele andere Gehölzkrankheiten, die jedoch nicht sehr weit verbreitet sind, siehe Jahrbuch der Baumpflege (Dujesiefken et al. 2023).

4.8.4 Baumpflege, Baumkontrolle

Baumpflege ist entsprechend der Aufgabe, Hunderttausende von Stadtbäumen zu pflegen, ein großes Thema in der Fachliteratur. Eine Übersicht darüber gibt das Register des Jahrbuchs für Baumpflege (Dujesiefken et al. 2023). Laut Dujesiefken ist "das Ziel einer fachgerechten und regelmäßigen Baumpflege der Erhalt, die Förderung und die Wiederherstellung von vitalen und verkehrssicheren Bäumen". Baumpflege und Baumkontrolle sind heute bereits stark normiert. Die Richtlinien dienen dem Fachpersonal als Richtschnur für ihr Handeln, aber auch dazu, Ausschreibungen für Baumpflege- oder Baumkontrollaufträge korrekt durchzuführen (Stadtgärtnerei Basel 2011; Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) 2017; Roloff 2020).

In den Städten wird das Thema Baumpflege und Baumkontrolle intensiver behandelt, da hier die Herausforderungen durch das Stadtklima, die beengten Platzverhältnisse und die intensivere Bautätigkeit größer sind als in Alleen an Landstraßen. Formschnitte oder Kronengrößenbegrenzungsschnitte sind an Landstraßen weniger ein Thema.

Die Baumpflege wird bestimmt vom Entwicklungsstand der Bäume.

1) Jungbäume werden gewässert, abgehende Bäume ersetzt und mit einem Erziehungsschnitt die Krone herangebildet, bzw. die Stammendhöhe erzielt.

2) In heranwachsenden Bäumen wird vor allem das Lichtraumprofil herausgeschnitten, sobald die Krone über die Fahrbahn wächst.

3) Ab einem gewissen Alter wird in regelmäßigen Abständen das Totholz aus der Krone über der Fahrbahn entfernt, Schäden an der Krone durch Entlastungsschnitte behandelt, allenfalls auch Schäden am Stamm und am Wurzelansatz behandelt.

Im Gegensatz zu früher sind die Baumpflegeeingriffe weniger brachial, feiner und gehen mehr auf die Baumbiologie der einzelnen Baumarten ein. Jeder Baum hat im Prinzip die Fähigkeit, auf Verletzungen bei Astabbrüchen durch Sturm-, Blitz- oder Eisschäden zu reagieren. Schadorganismen werden eingekapselt und die Wunde mit Rinde überwallt (Dujesiefken und Liese 2022; Dujesiefken 2022b). Bei Pflegeschnitten werden dem Baum kleine Wunden zugefügt, die er jedoch wieder verschließt. Schnitte an starken Ästen dicker als 10 cm auch bei stark abschottenden Bäumen wie Eichen oder Linden sind jedoch unbedingt zu vermeiden, da solche großen Wunden in der Regel nicht mehr geschlossen werden können und es zu Einfaulungen kommt. Weiter ist auf den Zeitpunkt der Pflegeeingriffe zu achten. Sie sollten dann erfolgen, wenn der Baum überhaupt zur Wundheilung fähig ist, im Vorfrühling bis Frühherbst. Zu beachten ist allerdings, dass in der Zeit vom 1.3. bis 30.9. gemäß Bundesnaturschutzgesetz §39 nur schonende Pflegeeingriffe erlaubt sind.

Die Baumkontrolle geht der Baumpflege vor. Die Baumkontrolle dient dazu festzustellen, ob ein Pflegeeingriff notwendig ist und welcher Art er sein soll. Des Weiteren geht es um Haftungsfragen und das Vermeiden von Unfällen infolge von z.B. herunterstürzenden Ästen. In regelmäßigen Abständen z.B. von zwei Jahren werden die Baumalleen kontrolliert auf Totholz, Schäden an Krone, Stamm und Wurzelansatz, Pilzbefall usw. (Roloff 2020). Die Astreinigung ist jedoch ein natürlicher Vorgang, mit dem der Baum seine Krone bildet. Das Vorhandensein von Totholz besagt nicht, dass ein Baum krank ist. Er wirft einfach seine nicht mehr benötigten Äste ab.

Der Baumschutz auf Baustellen dient dazu, unnötige Schäden an den Wurzeln oder Anfahrschäden an den Stämmen und Wurzelansätzen zu vermeiden. Auch in Alleen an Landstraßen kann das ein Thema sein z.B. bei Belagserneuerungen, Einrichten von Fahrzeugrückhaltesystemen, Leitungsbau, usw.

Ein wichtiges Thema ist Naturschutz und Baumpflege, sowie der Umgang mit Habitatbäumen bei der Baumpflege. Habitatstrukturen wie Baumhöhlen, Stammfußhöhlen, Rindenablösungen oder Totholz sollten nicht als etwas baumfeindliches oder als ein Zeichen von Krankheit gewertet werden, die entfernt werden müssen. Vielmehr sollten die Habitatstrukturen in die Baumpflege integriert werden (Dietz et al. 2019). Es kann sein, dass ein Habitatbaum kontroll- und pflegeintensiver ist. Aber die sich entwickelnden digitalen Tools für Baumkontrolle und Baumpflege werden dazu beitragen, die Pflege in einem vertretbaren Rahmen zu halten.

Baumpflege inkl. Baumkontrolle ist eine Kunst, die sehr viel Fachwissen und Erfahrung erfordert, da die Fachpersonen die langfristigen Wirkungen der Pflegeeingriffe auf den Baum im Auge haben und mit der Biologie der verschiedenen Baumarten vertraut sein müssen. Das stellt Anforderungen an die Ausbildung des mit der Baumpflege betrauten Fachpersonals. Es ist daher eine große Herausforderung für die Länder, Unterhaltsdienste und Gartenämter, über genügend Fachpersonal mit der nötigen Ausbildung zu verfügen.

4.9 Baumkataster / Geodaten

4.9.1 Digitale Entwicklung der Baumkataster

Baumkataster sind schon seit Jahrzehnten bei kommunalen und privaten Trägern der Straßenbaulast zur Baumkontrolle und -pflege sowie zum Zwecke der Verkehrssicherungspflicht im Einsatz. Die anfänglich analogen Karten- und Aktensysteme wurden zunehmend von Tabellenkalkulationssoftware verdrängt, und damit digital verfügbar. Auch die Kartenblätter wurden vermehrt digital verfügbar, so dass die Tabellenkalkulationssysteme zunehmend durch Datenbanken (mit zwei Koordinatenfeldern) oder Geodatenbank-Formate (mit speziellem Geometrie-Datentyp) ersetzt wurden. Datenbankinhalte lassen sich mit browserbasierten Kartenviewern oder einem Desktop-GIS als digitale Karte anzeigen. Bei größeren Verwaltungseinheiten stieg der Bedarf an die Leistungsfähigkeit der Systeme durch die gleichzeitige Nutzung des Katasters durch mehrere Mitarbeitende.

Während bei klein- und mittelständischen Baumpflegebetrieben Single-User Baumkataster-Lösungen verbreitet sind (Löwer 2021, 53), führen die zuständigen Straßenbaulastträger der Bundesländer ihre Kataster zunehmend auf Multi-User-Komplettsystemen in einer Client-Server-Infrastruktur mit GIS-Komponenten. Letztere enthalten eine zentrale Verwaltungsoberfläche und erlauben die Anbindung von Mobilgeräten für Außendienstmitarbeitende. Die größeren Systeme arbeiten mit RDBMS-Systemen wie PostgreSQL oder

Oracle als Datenablage in einer proprietären Datenhaltung. Für die Kartenviewer werden moderne Open Source-Bibliotheken oder Frontends wie z.B. OpenLayers oder QGIS eingesetzt. Beispiele sind NovaSIB (TT-SIB® INFOSYS – NOVASIB GmbH 2023), FISA (Fisa Systemtechnik GmbH 2023), FIS-Baum (LISt GmbH, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit 2017).

4.9.2 Geodaten von Baumkatastern

Die Recherche nach publizierten Baumkatastern führte zumeist auf städtische Geoportale, die in Einzelfällen den Download von Geodaten anbieten. Geoportale von Baumkatastern an Bundesstraßen gibt es nur vereinzelt, z.B. bietet Mecklenburg-Vorpommern ein interaktives Geoportal "Baumkataster an Bundes- und Landesstraßen" und "Sehenswerte Alleen" an (Landesamt für Straßenbau und Verkehr MV 2024).

Baumkataster in städtischen Geoportalen fokussieren auf die Themen Baumkontrolle, Umwelt, Natur, Artenschutz und Ökologie. Sie weisen oft keinen Straßenbezug auf, da diese Kataster auch Bäume in Parkanlagen, Friedhöfen und anderen Grünanlagen berücksichtigen.

4.9.3 Schnittstellen

Der vorgefundene Umfang von Schnittstellen in den Baumkataster-Systemen zum Austausch der Fachdaten mit anderen Baumkatastern ist gering. Einerseits deswegen, weil die internen Kommunikationsbedürfnisse mit anderen Modulen und Zweigstellen abgedeckt werden, andererseits weil ein Datenaustausch mit externen Stellen keine Priorität hat oder schlicht das Bedürfnis fehlt. Nur einige moderne Systeme (s.o.), die von vielen Bundesländern eingesetzt werden, haben eine an das OKSTRA-Datenmodell (interactive instruments GmbH 2023) angelehnte Exportschnittstelle. Der Umfang der Nutzung der XML-basierten Schnittstelle Carneios ist nicht dokumentiert (Carneios GmbH 2023).

4.9.4 Zugang-Standards für Geodaten

Die EU hat im Rahmen der Realisierung der INSPIRE-Richtlinie das Geoportal INSPIRE als zentralen europäischen Zugangspunkt zu nationalen Geodaten bereitgestellt (Europäische Union 2024).

Das Geoportal ermöglicht die Überwachung der Verfügbarkeit von INSPIRE-Datensätzen, das Finden geeigneter Datensätze anhand ihrer Beschreibungen (Metadaten), sowie den Zugriff auf die ausgewählten Datensätze über ihre Ansichts- oder Downloaddienste. Die im Geoportal verwendeten Metadaten werden regelmäßig aktualisiert (Europäische Union 2024).

Als gemeinsames Projekt von Bund und Ländern eröffnet das Geoportal.de den Zugang auf die Inhalte der Geodateninfrastruktur Deutschland (Bundesamt für Kartographie und Geodäsie). Hier sind veröffentlichte Geo- und Metadaten als auch Geodatendienste zu allen Georessourcen Deutschlands räumlich und fachlich auffindbar, die von Bund, Ländern und Kommunen, Wirtschaft und Wissenschaft bereitgestellt werden. Die Daten sind acht Hauptthemen zugeordnet. Im Themenbereich Straßenverkehr finden sich z.B. bundesweite Daten zu Standorten der E-Ladesäulen, Straßenverkehrsunfällen mit PKW-Beteiligung, mit Personenschaden und weiteren Merkmalen.

4.9.5 Straßenbäume automatisiert erfassen

Dass Geodaten auch in anderen thematischen Bereichen wertvolle Informationen zu Baumkatastern liefern können, belegt die Recherche im Geoportal Frankreich (IGN Paris 2023). Hecken, die in erster Linie für die Landwirtschaft als Windschutz relevant sind, wurden hier vermutlich automatisiert aus dem Luftbild extrahiert und in Linienelemente überführt (Bild 9: gelbe Linienzüge).

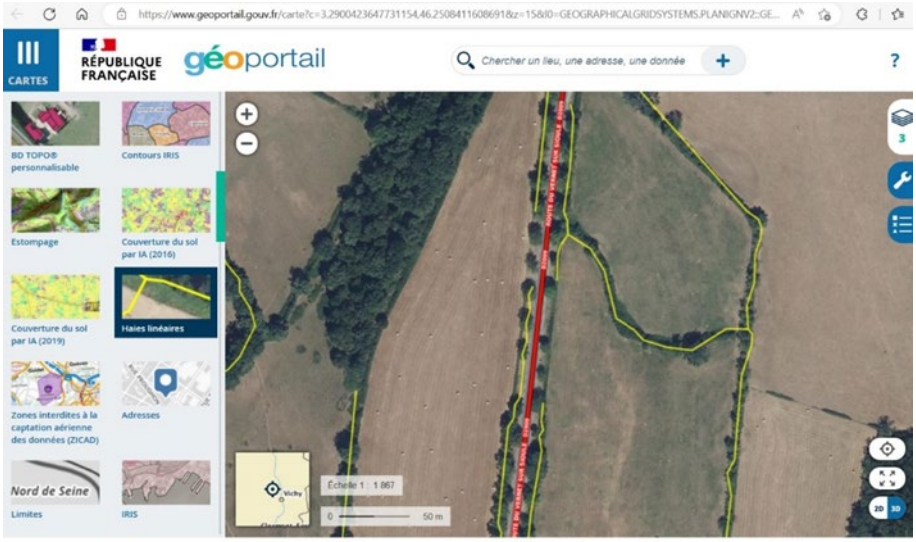


Bild 9: Automatisiert abgeleitete lineare Baumstrukturen im Geoportal Frankreich (IGN Paris 2023)

Zur Identifikation von Bäumen und ihren Eigenschaften können auch moderne, hoch automatisierte Verfahren wie Remote Sensing (Leichtle et al. 2021) oder Befahrung mit LIDAR Scanner und Detektieren von Straßenbäumen (Berthold 2016) eingesetzt werden. Mit diesen Methoden lassen sich in begrenztem Umfang weitere Baummerkmale wie z.B. Höhe und Kronendurchmesser automatisch und flächendeckend ermitteln (Bild 10). Die Standortgenauigkeit liegt bei einigen Methoden < 1 Meter, insbesondere gilt dies für Bäume im städtischen Bereich (Bild 11). Die genannten Methoden sind noch im Bereich der Forschung angesiedelt, werden aber zunehmend operationell eingesetzt. Rheinland-Pfalz hat mit Hilfe von Luftbildern Baumstandorte und Baumhöhen automatisch ermitteln lassen. Diese Informationen bilden die Grunddaten für ein im Aufbau befindliches Baumkataster.

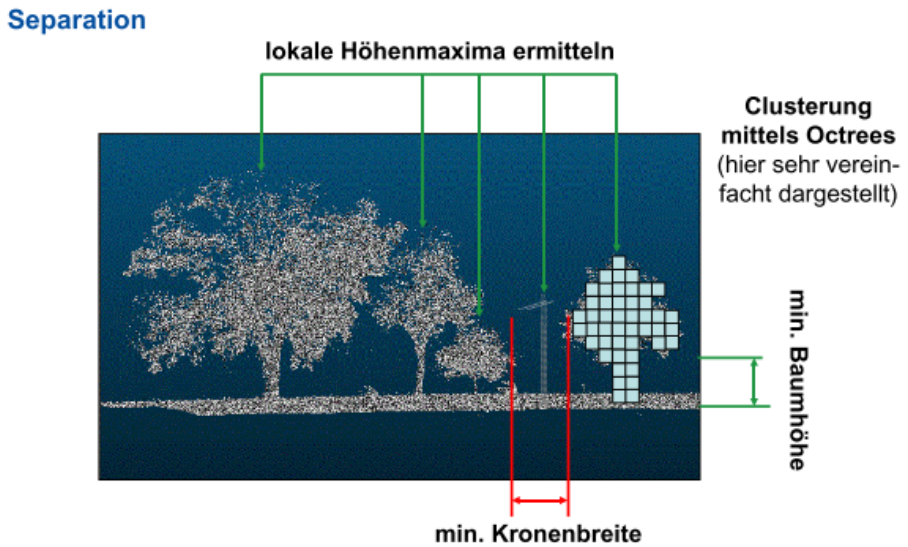


Bild 10: Detektieren von Straßenbäumen aus Laserpunktwolken (Berthold 2016)

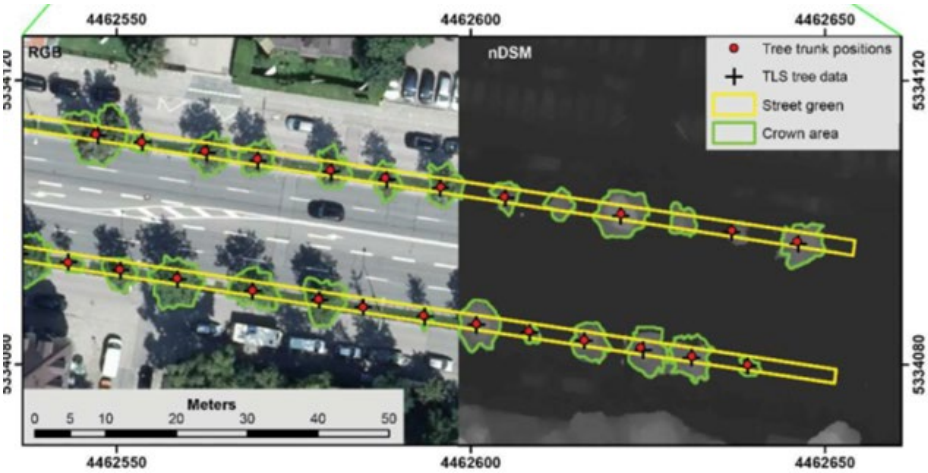


Bild 11: Detektieren von Bäumen im Stadtgebiet München mit Remote Sensing Verfahren (Leichtle et al. 2021)

4.10 Erkenntnisse aus den Nachbarländern

4.10.1 Schweiz

In der Schweiz sind Straßenbäume und Alleen wenig verbreitet. Das ist darin begründet, dass die Schweiz eine markante Topographie aufweist und Alleen als Orientierungshilfe entlang der Verkehrswege deshalb nicht erforderlich waren. Vereinzelt wurden an Kreuzungen und auf Kuppen Bäume als Landmarken gepflanzt. Verkehrswege sind oftmals durch Täler vorgegeben. Im Mittelland folgen sie den Flüssen oder es wurden möglichst direkte Verbindungen zwischen den Orten angestrebt. Historische Verkehrswege in der Schweiz sind aufgrund der Geographie primär geprägt durch Kunstbauten und ingenieurmäßige Pionierleistungen, insbesondere bei Gebirgsstraßen (Historische Verkehrswege der Schweiz 2023).

Als weiterer Grund ist der Mangel an verfügbarem Raum zu nennen. Die Staatsparzellen der Kantonsstraßen (Landstraßen) erlauben keine breiten Seitenstreifen mit Baumbepflanzung. Namentlich in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten des Mittellandes (von Genf über Bern, Zürich bis zum Bodensee) reichen die Felder oft bis nahe an die Fahrbahn. Gemäß Landwirtschaftsgesetz beträgt der minimale Abstand zur Fahrbahn von landwirtschaftlichen Flächen 60 cm.

Rodewald et al. (2014) unterscheiden in ihrer Übersicht zu den Landschaftselementen und Kulturgütern in der Schweiz folgende drei Alleetypen. Nur der letztgenannte Alleentyp, der nur eine geringe Verbreitung aufweist, hat einen Bezug zum Projekt.

- Repräsentative Alleen (Schloss- und Gartenalleen, Hofalleen)
- Urbane Alleen (urbane Straßenalleen, urbane Parkalleen, Stadtzufahrten und Agglomerationsalleen)
- Landschaftliche Alleen (Verbindungsalleen, Obstbaumreihen, Straßenbäume, Baumreihen und Alleen an Kanälen und in meliorierten Landschaften).

Eine Beschreibung der 39 schönsten Alleen der Schweiz mit Hinweisen zur Baumpflege, zum Baumschutz und zur ökologischen Bedeutung der Straßenbäume finden sich in Brunner (2017). Alleen werden als prägendes Landschaftselement wahrgenommen. Der Autor konstatiert, dass fast alle schönen Alleen an Feldwegen, allenfalls Kommunalstraßen, auf Privatgrundstücken (Herrenhäuser) und nur in Ausnahmen an Hochleistungsstraßen (Kantonsstraßen) liegen.

Um die Verkehrssicherheit baumbestandener Straßen, sowie der vorwiegend an Kreuzungen und auf Kuppen als Landschaftselement gepflanzten Einzelbäume zu gewährleisten, hat das Bundesamt für Strassen (ASTRA) Richtlinien für die Grünpflege an den Nationalstraßen erstellt (Schweizerische Eidgenossenschaft, Bundesamt für Strassen ASTRA 2015). Bäume, die sich gemäß der Norm SN 640 561 in einem kritischen Abstand zur Fahrbahn befinden und nicht durch FRS gesichert sind, dürfen keinen Stammdurchmesser > 8 cm aufweisen.

Einen gesamtheitlichen Ansatz verfolgt der Kanton Zürich mit einer auf Network Safety Management (NSM) basierten Analyse der Baumunfälle. Mit dem Ausweisen unfallträchtiger Straßenabschnitte wird das Ziel verfolgt, alle Beteiligten aus dem Unterhalt der Straßeninfrastruktur und den Bereichen Umwelt, Natur und Raumplanung für die Thematik der Baumunfälle zu sensibilisieren (Skeledzic 2021). Maßnahmen zur Unfallvermeidung sollen mit allen Beteiligten abgestimmt werden. Hierzu sollen Richtlinien mit neuen Sicherheitskriterien in Bezug auf Bäume erstellt werden.

4.10.2 Österreich

Hinweise zur Erstellung eines Baumkatasters mit Fokus auf die Baumkontrolle und die Gefahrenabwehr sind von den österreichischen Bundesforsten erstellt worden (Österreichische Bundesforste 2023). Eine eingehende Analyse des Datenmodells oder der zu erfassenden Merkmale war nicht möglich, da kein Zugriff auf detailliertere Unterlagen möglich war.

Einen interessanten Ansatz zu Haftungsfragen bei Schäden durch Alleebäume gibt Steinbauer (1999) zum Wert alter, ökologisch wertvoller Bäume. Bei der Festlegung des Wertes eines solchen Baumes wird dessen Bedeutung als Biotop und Luftverbesserer berücksichtigt. Der Baum wir nicht nur nach dem Holzwert als Feuerholz taxiert, sondern seine Leistungen wie Sauerstoffproduktion, Staub- und $C0_2$-Bindung, Luftfeuchtigkeit werden nach dem Sachwertverfahren berücksichtigt.

Österreich besitzt ebenso wie Deutschland alte Alleenbestände, die als Kulturgut zu bezeichnen sind. Als Beispiel sei die Hellbrunner Allee in Salzburg erwähnt (Nowotny 1999; Geiser 1999), bestehend aus einheimischen Bäumen wobei Linden dominieren. Ein Fahrverbot und der nicht asphaltierte Fahrweg bieten guten Rahmenbedingungen für den Wuchs und als Lebensraum für Tiere und Pflanzen.

Unfälle mit Aufprall auf Baum und deren Vermeidung werden in Österreich vergleichbar diskutiert wie in Deutschland. Schwere Unfälle, insbesondere auch mit Todesfolge ereignen sich überwiegend auf Landstraßen. Hier sind 74% der tödlich verunglückten Personen zu beklagen (ÖAMTC Unfallforschung 2023). Abkommensunfälle mit Aufprall auf Baum enden in 20% der Fälle tödlich und verursachen in mehr als 50% der Fälle schwere Verletzungen (ÖAMTC Unfallforschung 2023; Bundesministerium des Inneren 2023). Als Maßnahmen zur Unfallvermeidung werden die Verbesserung des Sicherheitsbewusstseins der Fahrzeuglenker und Maßnahmen an der Verkehrsinfrastruktur wie FRS, Markierungen zur Linienführung sowie fehlerverzeihende Seitenräume genannt.

Dass Baumunfälle nicht nur an Alleen zu beobachten sind, zeigen die Analysen von Wruss (2007) für die Steiermark. 62% der Baumunfälle waren im Wald zu verzeichnen, auf Landstraßen mit geringen Fahrbahnbreiten, oft auf Streckenabschnitten mit Gefälle. Die Unfälle wurden häufig nachts und insbesondere an den Wochenenden und bei schlechten Witterungsverhältnissen von ortskundigen jungen Fahrzeuglenkenden verursacht (Wruss 2023). 40% der Fahrzeuglenkenden waren jünger als 20 Jahre. Die Unfallmuster lassen vermuten, das auch Alkohol- oder Drogenkonsum stattfand. Aussagen dazu finden sich in der Publikation nicht.

Die kontroverse Sicht auf Straßenbäume aus der Perspektive der Verkehrssicherheit auf der einen Seite und Natur, Umwelt, Klima auf der andere Seite ist auch in Österreich zu beobachten (Wammerl 19.6.2021). Die Straßenbauverwaltungen versuchen, dem Rechnung zu tragen.

In einem Pilotprojekt in Sierndorf (Niederösterreich) wurden entlang eines 3 km langen Straßenabschnitts 400 Obstbäume in ausreichendem Sicherheitsabstand > 3 m zur Fahrbahn gepflanzt. Nicht gepflanzt oder nachgepflanzt wird an Unfallschwerpunkten. Bäume am 2 300 km langen Autobahnnetz dürfen keinen Abstand von < 9 m zur Fahrbahn aufweisen, sonst müssen sie mit FRS gesichert sein.

Die Österreichische Forschungsgesellschaft Straße-Schiene-Verkehr erarbeitet derzeit eine Sicherheitsrichtlinie zum Schutz vor Unfällen „mit festen Hindernissen“. Zentraler Punkt ist, dass kleine Fahrfehler nicht gleich zu tödlichen Unfällen führen dürfen (Wammerl 19.6.2021; Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr 2022).

4.10.3 Frankreich

In Frankreich sind die Straßenparzellen großzügig bemessen, mit ausreichend Seitenraum für begleitende Entwässerungsgräben und Straßenbäume. Frankreich weist zahlreiche Alleen auf, die sich an Überlandstraßen befinden, aber auch auf Zufahrten zu den zahlreichen Schlössern.

Eine gesamtheitliche Betrachtung des Themas Straßenbäume an Überlandstraßen gibt die Association pour la Protection des Arbres en bord des Routes (2007). Nach ihrer Schätzung gab es 1995 ca. 3 Mio Bäume entlang 35 000 km Überlandstraßen (Route national). Mit dem Aufkommen des Autoverkehrs und dessen Zunahme verschwanden immer mehr Alleen. Schätzungen gehen von 90% aus. Vergleichbar der Situation in Deutschland ist auch in Frankreich die Landbeschaffung bei Neupflanzungen an den Überlandstraßen „Route national“ mit einem Mindestabstand vom 4-7 Meter vom Fahrbahnrand problematisch. Im Gegensatz dazu wird an den niederrangigen Departement-Straßen kein Mindestabstand der Bäume zum Fahrbahnrand gefordert (Association pour la Protection des Arbres en bord des Routes 2007).

Die Statistik bezüglich der Baumunfälle im Straßenverkehr zeigt ein vergleichbares Bild wie in Deutschland und Österreich. Im Jahr 2005 gab es insgesamt 5 318 Verkehrstote. In 11% der Fälle durch Aufprall auf Baum und 25% durch Aufprall auf andere feste Hindernisse.

Interessant hierzu ist die Aussage der Académie des Sciences morales et politiques: "Es ist absurd, Bäume zu fällen, wie es von einigen vorgeschlagen wurde, um Unsicherheiten im Straßenverkehr zu verringern." Dies Aussage spiegelt eine verbreitete Wahrnehmung der Verkehrsteilnehmenden zum Straßenverkehr wider, in welcher äußere Faktoren und nicht das Verhalten der Fahrenden für die Baumunfälle verantwortlich gemacht werden (Académie des Sciences Morales et Politiques 2023). Wie Studien belegen und in Kap. 4.4.4 ausgeführt, sind vorwiegend Abkommensunfälle, hervorgerufen durch Fahrfehler, mangelnde Aufmerksamkeit oder überhöhte Geschwindigkeit die Ursachen für Unfälle mit Aufprall auf Baum.

Die Bedeutung von Bäumen unter natur- und umweltrelevanten Aspekten wurden in einem Forschungsprojekt nördlich von Paris untersucht. Mit räumlichen Analysen wurde die Verteilung von Habitatbäumen außerhalb von Wäldern analysiert (Dodelin et al. 2017).

5 Alleendefinition

Der Schutz, der Erhalt, die Entwicklung und das Monitoring von Alleen, wie beispielsweise für das Alleenmanagement gefordert (Göppel 2023), bedingt die bundesweit einheitliche Definition des Begriffs „Allee“. In einigen Bundesländern sind Alleen in Landesnaturgesetzen, Erlassen oder Verordnungen definiert. Eine bundesweit einheitliche Definition von Alleen und Baumreihen existiert bisher nicht (Peters et al. 2022, 4). Die Schwierigkeiten, den Begriff Allee im Vergleich zu anderen Bäumen in der Literatur klar abzugrenzen zeigt Polzin (2007) auf. Die fehlende Definition der Wuchsformen im Straßenbegleitgrün erschwert allgemeingültige Aussagen zur Verkehrssicherheit in Zusammenhang mit der Bepflanzung im Straßenseitenraum. Dies gilt insbesondere im Hinblick auf die Analyse von Unfällen mit Aufprall auf einen Baum (Schreck-von Below 2021, 17).

5.1 Alleendefinitionen in Bundesländern

Tab. 7 zeigt eine vereinfachte Übersicht der Alleendefinitionen in Gesetzen, Verordnungen und Erlassen der Bundesländer. Quelle: Peters et al. (2022).

Bundesland	Alleendefinition
Brandenburg	Baumreihe: Mindestens fünf linear angeordnete, nicht landwirtschaftlich genutzte Bäume entlang einer Strecke vom mindestens 50 m Länge. Beidseitig an Straßen gegenüberliegende Baumreihen bilden eine Allee im Sinne des Alleenerlasses.
Hessen	Gesetzlich geschützte Alleen sind mindestens doppelreihige in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen gepflanzte linienförmige, meist gleichartige Baumbestände ohne oder mit Strauchschicht entlang von Straßen oder Wegen im Innen- und Außenbereich. Andere Bäume oder Sträucher dürfen den Charakter der Allee nicht zerstören. Einzeilige Baumreihen fallen nicht hierunter. Kleinere Lücken oder Nachpflanzungen in einer ansonsten zusammenhängenden Allee unterbrechen jedoch nicht den Alleecharakter.
Mecklenburg-Vorpommern	Baumschutzkompensationserlass: Alleen sind – unabhängig von ihrer Länge – mindestens zwei parallel verlaufende Baumreihen. Sie bestehen aus etwa gleichaltrigen und vom Erscheinungsbild her gleichartigen Bäumen, die in einem gleichmäßigen Abstand und innerhalb der Reihe gepflanzt wurden. Für einseitige Baumreihen gelten die gleichen Kriterien. Alleenerlass (gilt für Bundes- und Landstraßen): Mehr als drei Straßenbäume pro 100 Meter einseitig bilden eine Baumreihe im Sinne dieses Erlasses. Beidseitig an Straßen gegenüberliegenden Baumreihen bilden eine Allee im Sinne dieses Erlasses.
Nordrhein-Westfalen	Mehr als drei Straßenbäume pro 100 Meter einseitig bilden eine Baumreihe im Sinne dieses Erlasses. Beidseitig an Straßen gegenüberliegenden Baumreihen bilden eine Allee im Sinne dieses Erlasses (MUNLV 2018). Eine Allee ist eine auf beiden Seiten von Bäumen begrenzte Straße oder ein solcher Weg. Alleen befinden sich in der freien Landschaft, im Siedlungsraum, im Umfeld historischer Gebäude, auf Friedhöfen oder sie säumen Hof- und Gebäudezufahrten. Die Normalform der Allee ist die der einfachen Allee, weitere in NRW vorkommende Sonderformen sind zweireihige Alleen, Mittelalleen, Doppelalleen, die Kombination einer Haupt- und einer Nebenallee, Kreisalleen sowie Alleensysteme (LANUV 2021).
Schleswig-Holstein	Alleen sind angelegte Pflanzungen, die Straßen oder Wege beidseitig als Baumreihe begleiten. Eine Allee ist auch dann geschützt, wenn die in ihr verlaufende Straße oder der in ihr verlaufende Weg keine Verkehrsfunktion mehr erfüllt oder

	zurückgebaut worden ist. Die Allee-Bäume sind üblicherweise gleichartig oder habituell ähnlich, in gleichmäßigen Abständen, regelmäßig oder rhythmisch angeordnet. Als Allee gelten auch lückige, durch Nachpflanzung ergänzte oder mehrreihig parallel angelegte Baumreihen, sofern die charakteristischen Merkmale einer Allee erkennbar sind.
Thüringen	Alleen im Sinne dieses Gesetzes sind beidseitig der Straße oder des Weges ausgeprägte Baumreihen von Bäumen meist gleicher Art und in regelmäßigem Pflanzabstand, der in der Regel einen Kronenschluss in der Reihe zulässt.

Tab. 7: Definition von Alleen und Baumreihen Gesetzen, Verordnungen und Erlassen der Bundesländer. Quelle: Peters

Die Definitionen in Tab. 7 sind geprägt vom Schutz und der Bedeutung der Alleen im jeweiligen Bundesland. Sie sind überwiegend beschreibender Natur und gelten für alle Arten von Straßen und Wegen. Konkrete Angaben zu Längen der Alleen und Baumabstände finden sich nur vereinzelt. Allen gemein ist die Aussage, dass eine Allee eine beidseitige Reihe in regelmäßigen Abständen gepflanzter Bäume vorwiegend gleicher Art und etwa gleichen Alters ist. Dies ergibt ein einheitliches Erscheinungsbild, dass durch Baumentnahmen Lücken aufweisen kann, oder durch Nachpflanzungen heterogen erscheint. Keine der Ausführungen in Tab. 7 ist für sich geeignet den Begriff „Allee“ im Kontext eines bundesweiten Baumkatasters an Bundesfernstraßen zu definieren.

5.2 Entwurf einer bundesweiten Alleendefinition für Bundesfernstraßen

Eine bundesweit gültige Definition der Begriffe „Baumreihe“ und „Allee“ im Kontext des vorliegenden Projekts muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Basiert auf transparenten, nachvollziehbaren Kriterien und muss objektiv sein.
- GIS-technisch umsetzbar, um Alleen und Baumreihen automatisiert zu ermitteln.
- Basiert nicht auf Interpretationen oder individuellen Schutzansprüchen.
- Unterliegt keinen Sachzwängen.
- Ausgelegt für den Verkehrsweg Bundesstraße außerhalb der Siedlungsgebiete.
- Berücksichtigt Alleendefinitionen der Bundesländer mit Bezug zu Überlandstraßen.

Die Definition von Alleen orientiert sich an den Ausführungen in Peters et al. (2022, 5). Im Gegensatz zu den Autoren, die alle Arten von Straßen und Wegen berücksichtigt, liegt der Fokus bei den nachfolgenden Ausführungen auf Bundesfernstraßen. Die Alleendefinition besteht aus zwei Teilen.

- Begrifflichkeiten
- Längen und Abstände

5.2.1 Begrifflichkeiten

Das bundesweite Baumkataster ist ein Einzelbaumkataster. Jeder Baum ist ein lagerichtig verortetes Objekt mit beschreibenden Eigenschaften, wie beispielsweise Baumart und -alter, Stammdurchmesser, Baumkontrolle und -pflege. Im Einzelbaumkataster können Bäume mit einem Abstand von bis zu 30 m zum Fahrbahnrand berücksichtigt werden, da sie im sogenannten Fällbereich liegen. Bäume in größerem Abstand zur Fahrbahn werden aus pragmatischen Gründen vielfach als Gehölzflächen erfasst.

Baumreihe: Gepflanzte (Einzel-)Bäume entlang einer Straßenseite, aus vorwiegend derselben Baumart. Ein einheitlicher Abstand zum Fahrbahnrand, regelmäßige Baumabstände zueinander und ein vergleichbares Baumalter ergeben ein homogenes Erscheinungsbild. Einzelne Unterbrechungen durch Fällungen oder Neupflanzungen lassen Baumreihen heterogener erscheinen. Einseitige Baumreihen können durch Straßenverbreiterung und das Abholzen der gegenüberliegenden Baumreihe entstanden sein, oder wurden als solche angelegt.

Alleen: Beidseitig der Straße verlaufende Baumreihen. Insbesondere alte historische Alleeanlagen können auch zwei oder mehr parallele Baumreihen aufweisen.

Nutzung: Baumreihen und Alleen sind nicht landwirtschaftlich genutzte Bäume.

5.2.2 Längen und Abstände

Gilt für Baumreihen und Alleen.

Mindestlänge 100 m. Die Länge muss ein deutlich mehrfaches der Straßenbreite sein, um Baumreihen und Alleen als lineares Objekt wahrzunehmen. Bei kürzerer Mindestlänge besteht die Gefahr der Fragmentierung der Alleenabschnitte. Die Mindestlänge von 100 m genügt den Alleendefinitionen der Bundesländer BB, MV und NRW.

Abstand zum Fahrbahnrand: Es wird kein Maximalabstand definiert.

Baumabstände: Historische Alleen sind oft eng gepflanzt. Je nach Baumart und Wuchsbreite werden Baumabstände von 6 – 12 m genannt (Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie 2020). Für den maximalen Normabstand der Bäume innerhalb einer Baumreihe wird ein pragmatischer Ansatz vorgeschlagen. Der Abstand wird bestimmt durch die zu erwartende Wuchshöhe. Bei einer zu erwartenden Wuchshöhe von 20 m (Feld-Ahorn) beträgt der Baumabstand 20 m, (Verhältnis 1:1) d.h. 5 Bäume auf 100 m.

Ausdünnung, Lücken: Lücken entstehen durch Abgänge, die nicht ersetzt werden, aufgrund von Fällung zur Wahrung der Verkehrssicherheit oder aus straßenbautechnischen Gründen. Ausdünnung und Lücken beeinflussen das homogene Erscheinungsbild, stellen jedoch nicht zwingend ein Kriterium für den Ausschluss des Abschnitts als Allee oder Baumreihe dar. Bestimmend sind der Ausdünnungsgrad und die Lückengröße.

Lückengröße: Eine Lücke liegt vor, wenn der Baumabstand größer als der maximale Normabstand ist. Die erlaubte Lückengröße darf das Vierfache der zu erwartenden Baumhöhe betragen (bei 20 m Baumhöhe = 80 m), wenn die Baumreihen sonst auf beiden Seiten der Lücke noch geschlossen sind, d.h. dem erwarteten maximalen Normabstand entsprechen. Ziel ist es, dass nicht aufgrund von Lücken der betreffende Abschnitt als Allee oder Baumreihe ausscheidet.

Ausdünnungsgrad: Der Ausdünnungsgrad wird jeder Allee oder Baumreihe als Attribut zugeordnet. Die Ausdünnung muss sich jedoch im Rahmen der Regeln für Lücken und das Ende der Baumreihe bewegen.

1. Intakt: Baumbestand 90 – 100 % der ursprünglichen Allee
2. Wenig ausgedünnt: Baumbestand 75 – 90 % der ursprünglichen Allee
3. Stark ausgedünnt: Baumbestand 50 – 75 % der ursprünglichen Allee

Ende einer Baumreihe: Wird bestimmt durch die erlaubte Lückengröße. Schließt sich dann jedoch wieder eine Baumreihe an, gilt der Unterbruch als Lücke in einer Baumreihe. Hierdurch werden kurze Abschnitte von Baumreihen verhindert. Diese Regel bezieht sich auf den Fall, dass eine Baumreihe an ihrem Ende mit einzeln stehenden Bäumen mit größeren Abständen ausdünnt.

5.3 Historische Alleendefinition

Im Hinblick auf Alleen als Kulturgut, sowie deren Schutz, Erhalt und Wiederherstellung ist, ergänzend zur vorgängig genannten technischen Alleendefinition, eine „historische“ Alleendefinition anzudenken (Göppel 2023)

In einem ersten Schritt sind aus historischen Karten und Plänen die Standorte der ursprünglichen Alleen zu eruieren. Alternativ könnten historische Alleen GIS-technisch rekonstruiert werden. Die Rekonstruktionsgenauigkeit unterliegt in beiden Fällen einer gewissen Unschärfe.

Im zweiten Schritt ist zu prüfen und zu beurteilen, was von der Allee noch vorhanden ist.

- Abschnitt einer Allee entfernt
- Einseitige Entfernung
- Alleenabschnitt ganz, einseitig oder in mehr oder weniger starker Ausdünnung noch vorhanden.

Ohne Anspruch auf Vollständigkeit wiesen ursprünglicher Alleen folgende Merkmale auf:

- Gleiche Baumart
- Immer beidseitig der Straße
- Regelmäßiger Abstand zur Fahrbahn und zueinander
- Der Abstand zum Fahrbahnrand war nie größer als 10 m
- Eine Allee hatte in der Regel eine Länge von mindestens einem Kilometer. Bei einem Pflanzabstand von 10 m ergibt das ca. 200 Bäume.

Wir sehen die „historische“ Alleendefinition als Option, respektive als Ergänzung zur oben ausgeführten „technischen“ Alleendefinition. Die Ziele, welche mit der „historischen“ Alleendefinition verfolgt werden sind unter Beizug entsprechender Organisation und Fachpersonen noch zu definieren.

6 Informationssammlung zu länderspezifischen Baumkatastern

Um aktuelle Informationen bezüglich Planung, Umsetzung und Betrieb von Baumkatastern zu ermitteln und Informationen zu Datenmodellen, Anwendungsbereichen, Aktualität und Vollständigkeit der Daten zu erhalten, wurde den potentiellen Stakeholdern wie den Bundesländern, der Autobahn GmbH und größeren, kreisfreien Kommunen ein Fragenkatalog zugestellt. Von den bundesweit 103 Kommunen, die gemäß ihrer Einwohnerzahl von über 80 000 Personen unterhaltspflichtig für passierende Bundesstraßen sind (Deutscher Bundestag 2018), wurden aus pragmatischen Gründen lediglich die 23 größten Städte mit über 300 000 Einwohner berücksichtigt.

6.1 Thematischer Kontext

Der Fragenkatalog umfasst Themenbereiche, welche von der Zielsetzung des Forschungsprojektes und der maßgeblichen Hauptliteratur abgeleitet wurden (Peters et al. 2022; Stobbe 2022; GALK e.V. 2023b; Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2018).

Die im Fragebogen berücksichtigten Themenbereiche sind in Bild 12 zusammengestellt.

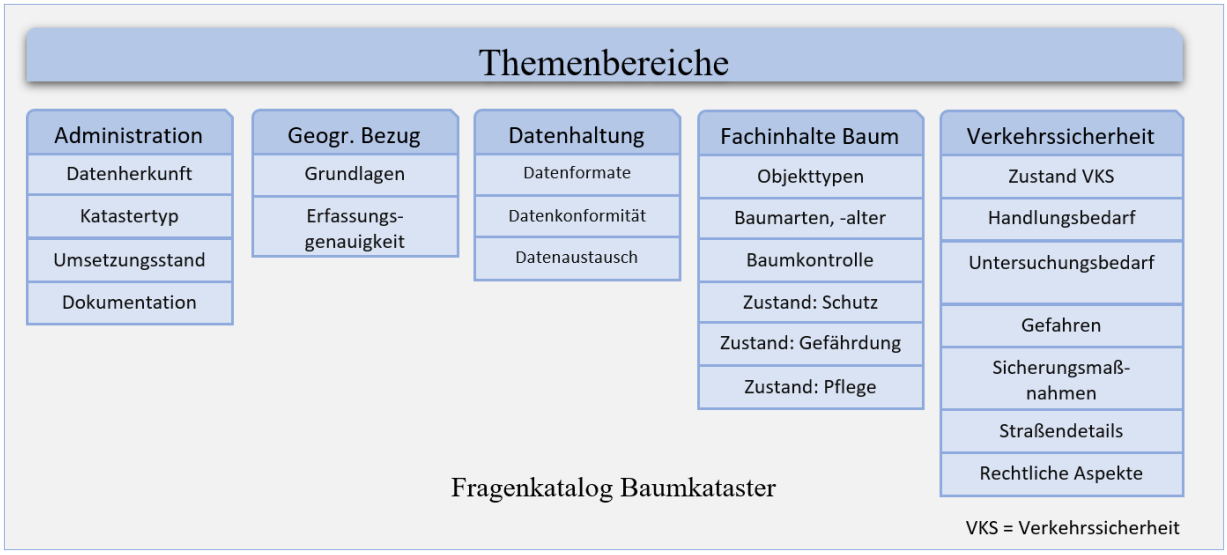


Bild 12: Themenbereiche des Fragenkatalogs

Maßgebliche Umfrageergebnisse sind in Kapitel 6.3 zusammengefasst, weitere Informationen finden sich in Anhang 1: Umfrageergebnisse zur Ausstattung spezifischer Baumkataster.

6.2 Umfragebeteiligung

Die Resonanz auf die Umfrage unter den Bundesländern war positiv. Neben der Autobahn GmbH des Bundes, welche neben der Straßenbaulast für die BAB auch die für die Bundesstraßen der Stadtstaaten BE, HB und HH trägt (BGBl. I 2017 S. 2347, BRD 2017), haben alle 13 Flächenländer und sieben kreisfreie Städte mit über 300 000 Einwohnern den Fragebogen beantwortet.

6.3 Umfrageergebnisse der Bundesländer

Der Umsetzungsstand und Betrieb von Baumkatastern in den Bundesländern[4] ist unterschiedlich weit fortgeschritten (Bild 13). Nur Baden-Württemberg führt kein Baumkataster, ist aber an einer Erstellung interessiert und befindet sich in einer frühen Planungsphase.

Über ein Drittel der Bundesländer betreibt ein Baumkataster in Form einer modernen Vielbenutzer-Komplettlösung mit Benutzeroberfläche (Desktop- oder Webanwendung), Multiuser-Datenbanksystem im Backend und einer Schnittstelle, mit der Informationen aus den Felderfassungsgeräten der Baumkontrolleure importiert werden können (Fisa Systemtechnik GmbH 2023), (TT-SIB® INFOSYS – NOVASIB GmbH 2023), (LISt GmbH, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit 2017).

Die anderen Bundesländer betreiben Baumkataster, die sich noch in der Migrationsphase von einem Altsystem in Richtung einer zeitgemäß ausgestatteten EDV-Lösung befinden.

Die Bundesländer mit Baumkatastern decken ca. 86 % des Bundesfernstraßennetzes ab (Tab. 8). Für diesen Anteil des Bundesfernstraßennetzes liegen jedoch nicht vollständige Informationen zu Straßenbäumen vor, da z.B. Niedersachsen und Bayern spezielle Kataster führen, in welchen nicht alle Straßenbäume erfasst sind (Kap. 6.3.1).

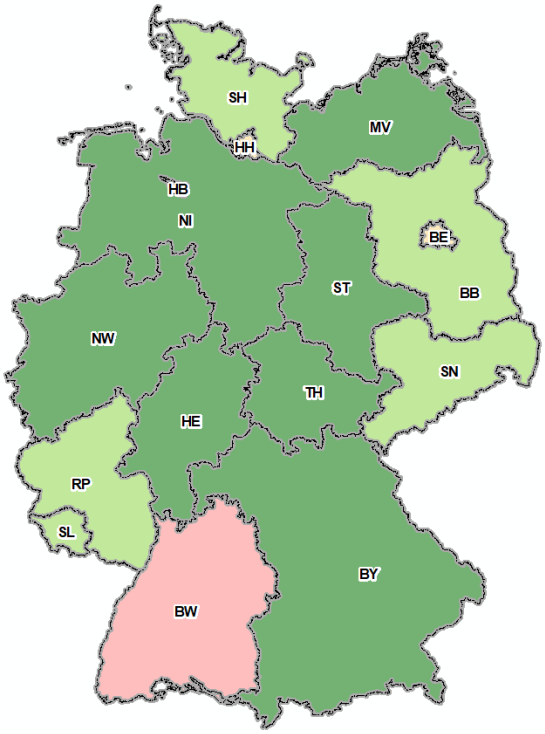


Bild 13: Übersicht zum Stand Baumkataster in den Bundesländern (Auswertung der Umfrage im März 2023.

Das Bundesfernstraßennetz (BFStr-Netz), das gemäß EU-Richtlinie 2008/96/EG an die EU gemeldet wurde und der Anteil an Alleen-Kilometern im Straßennetz, verteilt sich über die Bundesländer gemäß Tab. 8 wie folgt:

[4] Der Rücklauf der Autobahn GmbH des Bundes umfasst die drei Stadtstaaten BE, HB und HH

Bundesland	Anteil am BFStr-Netz [%][5]	Anteil an Alleen-Km [%] (Peters et al. 2022)
BB	6.4	21.8
MV	4.2	20.1
ST	5.2	14.2
NI	12.7	13.3
NW	12.0	10.4
SN	5.7	7.3
TH	3.4	7.2
SH	4.2	1.8
RP	7.6	1.6
BW	12.4	1.0
BY	17.0	0.8
HE	7.5	0.4
SL	0.9	0.1
Total	99.0	100.0

Tab. 8: Anteile Fernstraßen und Alleen in den Bundesländern (ohne Stadtstaaten mit 1% Anteil am BFStr-Netz)

(Anteile am Straßennetz auf Grundlage der Fahrspurlängen im BFStr-Netz abgeleitet: Absolute KM-Angaben nicht ausgewiesen)

6.3.1 Sonderformen von Baumkatastern

Einige Baumkataster berücksichtigen auch flächige Gehölzbestände (Autobahn GmbH des Bundes, Bayern, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz). Vereinzelt sind auch Sonderformen in Betrieb, die nur Schadbäume erfassen oder einer Spezialaufgabe dienen. So führt Niedersachsen drei solcher Baumkataster: ein Schadbaumkataster, ein Kataster über Straßenbäume mit Befall von Eichenprozessionsspinnerraupen und ein Baumlückenkataster zur Umsetzung von Nachpflanzungen.

Im Schadbaumkataster werden ausschließlich Schadbäume aufgeführt, die aufgrund einer visuellen Baumkontrolle identifiziert und erfasst werden. Straßenbäume, die dem Augenschein nach vital sind, werden ignoriert. Da ein Schadbaumkataster die relevanten Aufgaben eines Baumkatasters mit Attributen der Baumkontrolle und Verkehrssicherungsaufgaben wahrnimmt, wird es als lückenhaftes Baumkataster gewertet. Eine Mischform bilden Kataster, die zwar flächendeckend angelegt sind, aber erst ältere Bäume (ab 20 Jahren) aufnehmen und nur bei Schadbäumen weitere Merkmale wie beispielsweise Stammdurchmesser führen (Bayern).

6.3.2 Datenhaltung

Zur Datenhaltung werden vorwiegend Multi-User-Datenbanken verwendet (MS SQL, Oracle, Postgresql, usw.), die als Geodatenbanken konzipiert sind, in welchen Baumstandorte als Geometrien in Punktform anstelle von Koordinaten-Paaren geführt werden (Bild 14). Nur in wenigen Fällen (z.B. MySQL) werden weiterhin Koordinatenpaare verwendet.

[5] GIS-Analyse: Anteil BFStr-Netz (BASt) je Verwaltungsgebiet der Bundesländer (BKD)

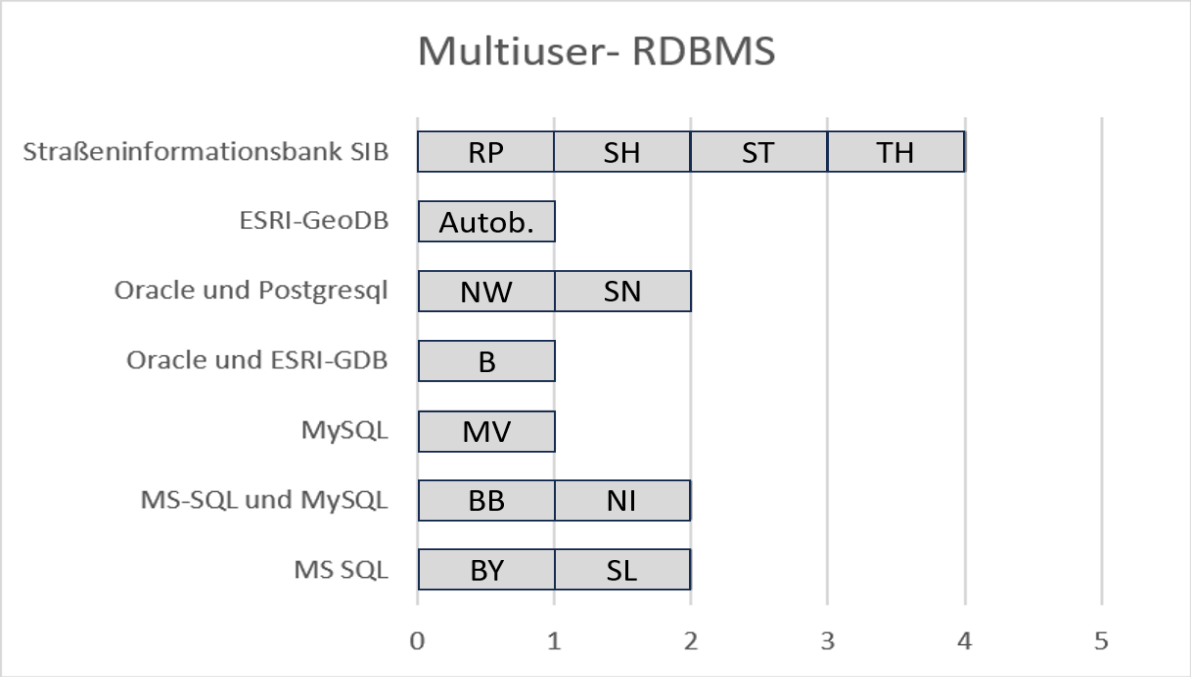


Bild 14: Bundesländer mit Multiuser-Datenbanksystemen gemäß Umfrage (Autob.: Autobahn GmbH des Bundes)

6.3.3 Lagegenauigkeit der Baumstandorte

Lagegenauigkeiten bei den Baumstandorten von unterhalb eines Meters werden in den Bundesländern Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern, Schleswig-Holstein, Saarland, Sachsen und Thüringen zumindest in Teilen erreicht. Ein hoher Anteil an erfassten Baumstandorten ist aber weniger genau.

Die Schwerpunkte der Positionsgenauigkeit liegen in Bayern bei einer Genauigkeit von unter 2 Metern, in Mecklenburg-Vorpommern bei 1 bis 3 Metern sowie im Saarland und in Sachsen-Anhalt bei 3 bis 4 Metern. Bei der Autobahn GmbH des Bundes verteilen sich die Ungenauigkeiten gleichmäßig auf die Bereiche 1 bis 3, 3 bis 4 und über 10 Meter.

Bezogen auf den Anteil am Bundesfernstraßennetz decken die Rückmeldungen mit vorwiegend genauen Lageangaben (Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein, Sachsen, Thüringen) ca. 25 Prozent des Netzes ab.

6.4 Umfrageergebnisse der kreisfreien Städte über 300 000 Einwohner

Von den angefragten kreisfreien Städten haben nur sieben Städte auf die Anfrage reagiert. Hiervon bestätigen fünf Städte den Betrieb eines Baumkatasters (Augsburg, Berlin, Dortmund, Frankfurt/Main und Karlsruhe). Ein weiteres Baumkataster befindet sich in einer Erweiterungsmigration (Hannover) und eines im Aufbau aus einer papierbasierten Datengrundlage (Mannheim).

Der Fokus städtischer Baumkataster liegt im Bereich des Grünflächenmanagements und weniger in der Verkehrssicherung. Die Benennung von Straßenmerkmalen ist vernachlässigbar klein, eine besondere Berücksichtigung straßenbegleitender Baumreihen und Alleen fehlt in der Regel. Der Baumabstand zum Fahrbahnrand und das Vorhandensein von FRS werden nur in Karlsruhe erfasst.

Aufgrund der genannten Umstände haben städtische Baumkataster nur eine geringe Relevanz für das Projekt, ihre Daten wurden nicht weiter analysiert.

7 Definition und Abstimmung der Inhalte eines bundesweiten Baumkatasters

7.1 Arbeitsschritte zur Erstellung des Datenmodells

Bild 15 illustriert die Arbeitsschritte und Grundlagen zur Erstellung eines Datenmodells für das bundesweit einheitliche Baumkataster an Bundesfernstraßen. Die fachlich breit abgestützte Literaturanalyse und die Informationssammlung bei den Datenzulieferern, den Bundesländern, der Autobahn GmbH des Bundes und großen Kommunen, bilden die Grundlagen für den Entwurf des Datenmodells. Der Entwurf ist geprägt von den Inhalten der Baumkataster der für die Verkehrssicherungspflicht zuständigen Stellen, insbesondere bei der richtlinienkonformen Baumkontrolle und zur Gewährleistung der Verkehrssicherheit. Themenbereiche wie Umwelt, Natur, Lebensräume, Landschaftselemente und Kulturgut resultieren hingegen überwiegend aus der Literaturrecherche. Diesbezügliche Informationen werden in den Baumkatastern der Länder in nur geringerem Umfang geführt (z.B. Informationen zum Artenschutz in MV).

Mit dem Masterplan BIM möchte das BMDV die Digitalisierung vorantreiben (Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2023a). BIM fokussiert auf das Planen, Bauen und Betreiben technischer Bauwerke und ist weniger geeignet für die Verwaltung naturräumlicher Objekte oder Straßenbäume und Alleen.

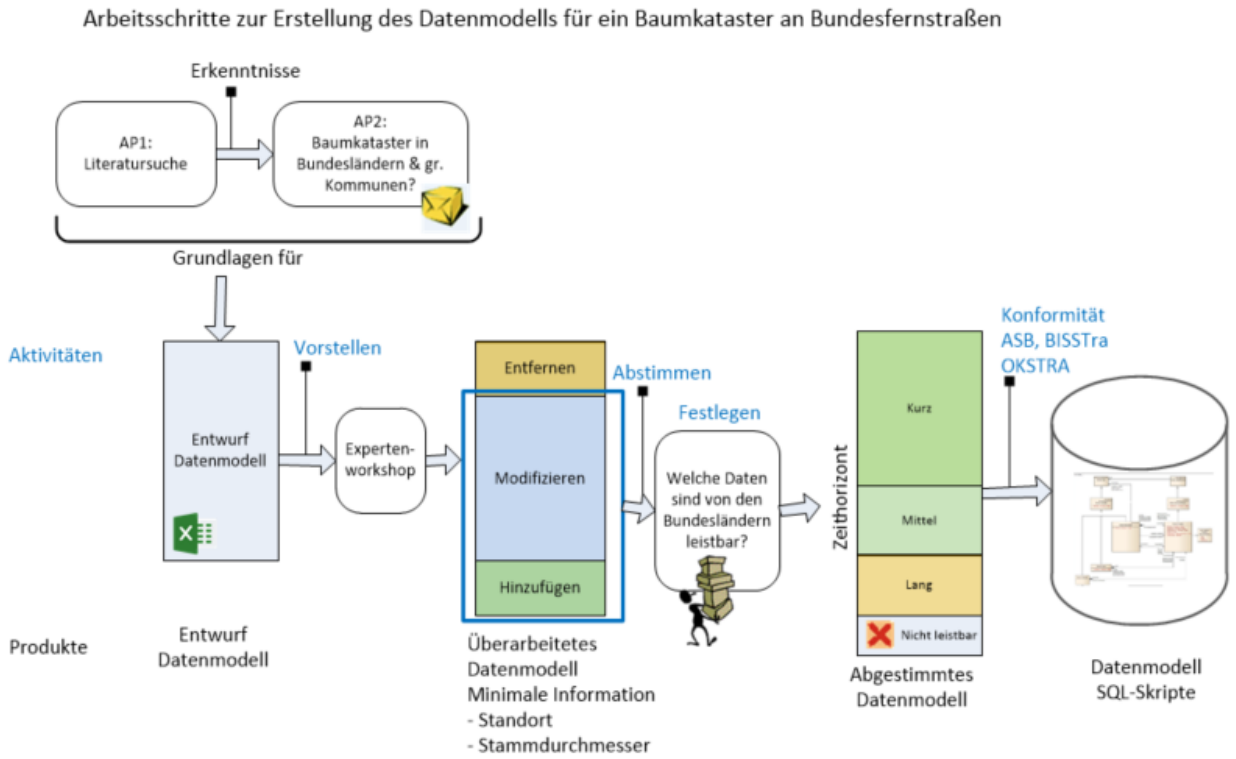


Bild 15: Arbeitsschritte und Grundlagen für das Datenmodell Baumkataster

7.2 Inhaltliche Beschreibung des Datenmodells

Der erste Entwurf des Datenmodells repräsentiert eine Maximal-Variante. Er ist das Ausgangsmodell für den Abstimmungsprozess mit den beteiligten Stakeholdern.

Die Aufgabenbereiche des Datenmodells (Bild 16) liegen in der Verkehrssicherheit (1), landschaftlichen und kulturhistorischen Aspekten (2), dem Schutzstatus (3) sowie umwelt- und naturbezogenen Eigenschaften (4).

Aus den Aufgabenbereichen leitet sich das Themenspektrum ab, das mit der Präzisierung der Aufgaben sowie unter Berücksichtigung der Lieferbarkeit der Daten weiter differenziert wird. Thematisch zusammengehörende Attribute werden zu Merkmalen zusammengefasst. Es wurden folgende Grundlagen verwendet, die das Spektrum der vorhandenen Merkmale in den beteiligten Systemen widerspiegeln:

- Definitionen der ASB: Kernsystem, Umwelt & Natur, Datenqualität (Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2018; IT-Ko FG ASB 2018a; IT-Ko FG ASB 2019)
- Datenmodell Mecklenburg-Vorpommern (Betreuungskreis)
- Datenmodell NRW (aus Umfrage)
- Datenmodell OKSTRA (OKSTRA - Ein Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen 2023)
- Datenmodell Carneios GmbH (Carneios GmbH 2023)
- Datenmodell Baumkontrolle Autobahn GmbH des Bundes (aus Umfrage)
- Kartieranleitung für Alleen und Baumreihen (Peters et al. 2022)

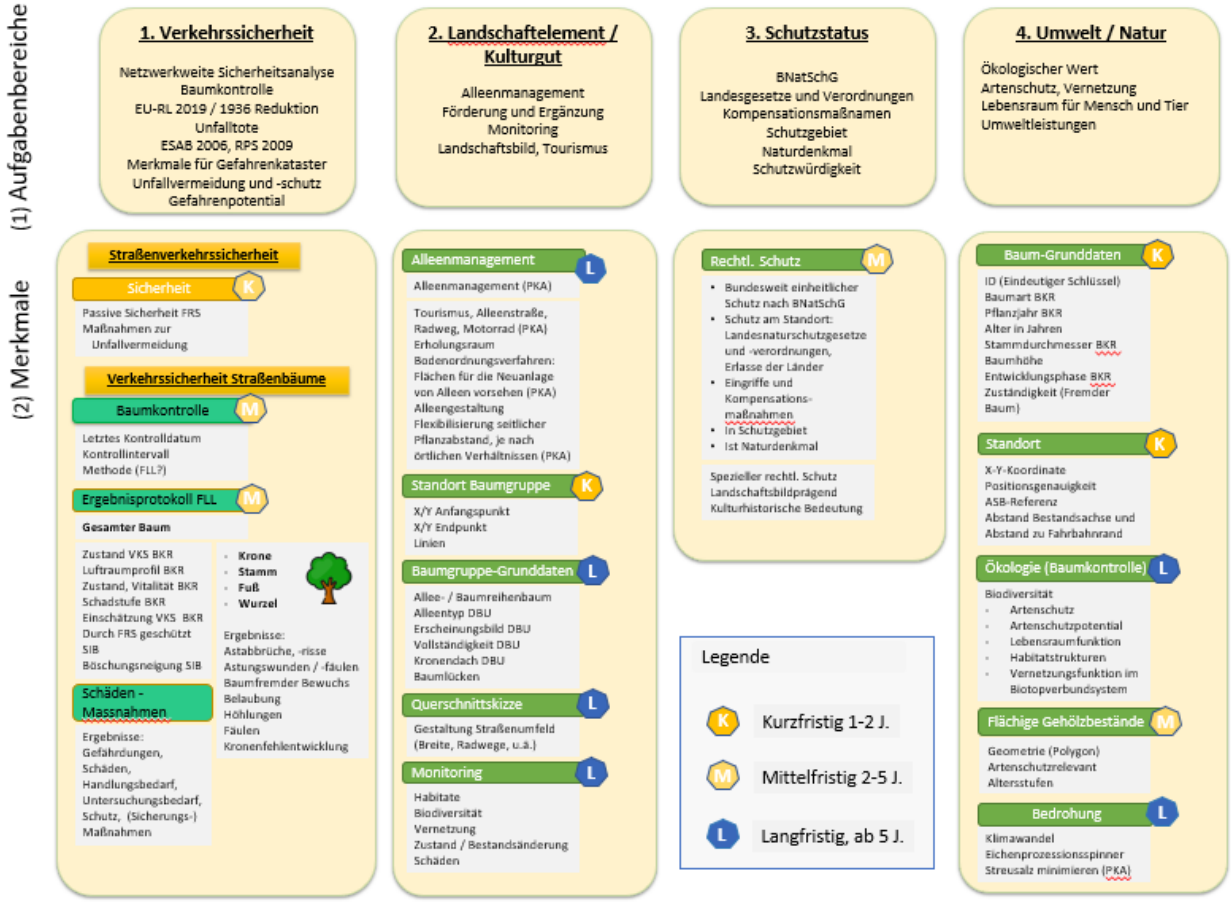


Bild 16: Vier Aufgabenbereiche des Datenmodells mit Themenspektren

Der Aufgabenbereich Verkehrssicherheit (1) beinhaltet die Baumkontrolle zur Wahrung der Verkehrssicherungspflicht im Sinne der Baumkontrolle und die Straßenverkehrssicherheit, wie z.B. die netzweite Sicherheitsanalyse (Erfüllung der EU-RL 2019/1936), Maßnahmen zur Reduktion von Unfällen mit Aufprall an Baum und Ausstattung mit Fahrzeugrückhaltesystemen.

Im Aufgabenbereich Landschaftselement / Kulturgut (2) stehen die Anforderungen im engen Zusammenhang mit natur- und umweltrelevanten Aspekten, da insbesondere alte Alleen in der Regel einen hohen ökologischen Wert aufweisen. Baumreihen und Alleen werden im Datenmodell als Linienobjekte geführt, um sie attributiv als Landschaftselemente / Kulturgut zu beschreiben. Den Linienelementen können Merkmale wie landschaftsbildprägend, kulturhistorisch bedeutsam, Teil der Alleenstraße, biotopvernetzend, usw. zugeordnet werden. Die Linienelemente sind mit dem Einzelbaumkataster verbunden, resp. subsumieren deren Baumdaten. Die lineare Baumgruppe ist zudem Grundlage des Alleenmanagements, um z.B. Baumlücken zu definieren und Nachpflanzungen zu planen oder Monitoringaufgaben wahrzunehmen.

Im Aufgabenbereich Schutz (3) werden die rechtlichen Grundlagen des Bundes (BNatSchG), der Länder sowie länderspezifische Verordnungen erfasst hinsichtlich des Natur- und Landschaftsschutzes sowie der kulturhistorischen Bedeutung. Der Schutz hat einen punkt-, linien- oder flächenhaften Charakter, der Einzelbäume, aber auch lineare Baumgruppen betreffen kann.

Der Bereich Umwelt und Natur (4) umfasst Eigenschaften der Einzelbäume (z.B. Habitatbaum) und Attribute, die sich auf Baumreihen und Alleen als anthropogen geprägte Elemente beziehen, wie beispielsweise Vernetzungselement, Wanderkorridor im Biotopverbund. Mit der umwelt- und naturrelevanten Bewertung der Einzelbäume und ganzer Baumreihen und Alleen werden die Grundlagen zu Schutz, Erhalt und Förderung von Alleen vorgehalten. Diese Merkmale werden bisher nur vereinzelt in Baumkatastern geführt.

Bild 17 zeigt vereinfacht die sechs Entwicklungsschritte, die zum Aufbau des bundesweit einheitlichen Datenmodells für ein Baumkataster an Bundesfernstraßen führten:

1. Entwicklung eines Einzelbaumkatasters zur Abdeckung verkehrssicherheitsrelevanter Aufgaben.
2. Hinzunahme von linearen Baumgruppen, um ein Gesamtbild, z.B. der Alleen zu erhalten.
3. Unterteilung in gleichförmige Abschnitte, um die Informationen zu Abschnitten zu erhalten.
4. Hinzunahme von Nachpflanzungen zu den Baumgruppen (Alleenmanagement).
5. Hinzunahme von Straßenseitenräumen (Vernetzungsaufgaben).
6. Hinzunahme von benachbarten Nutzungen (Vernetzungsaufgaben).

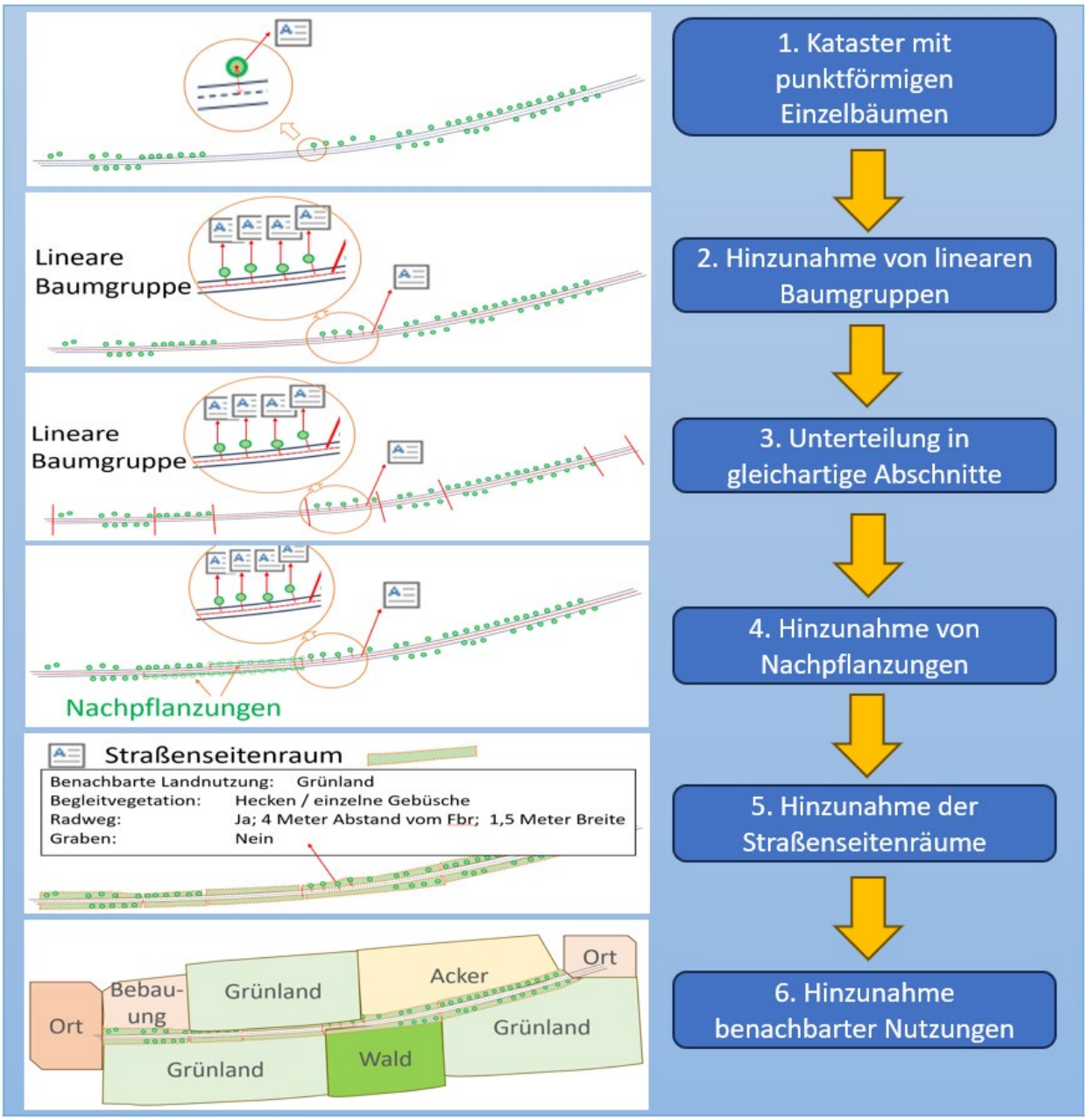


Bild 17: Skizze der Entwicklungsschritte des Baumkatasters

7.2.1 Inhaltliche Abstimmung mit den Stakeholdern

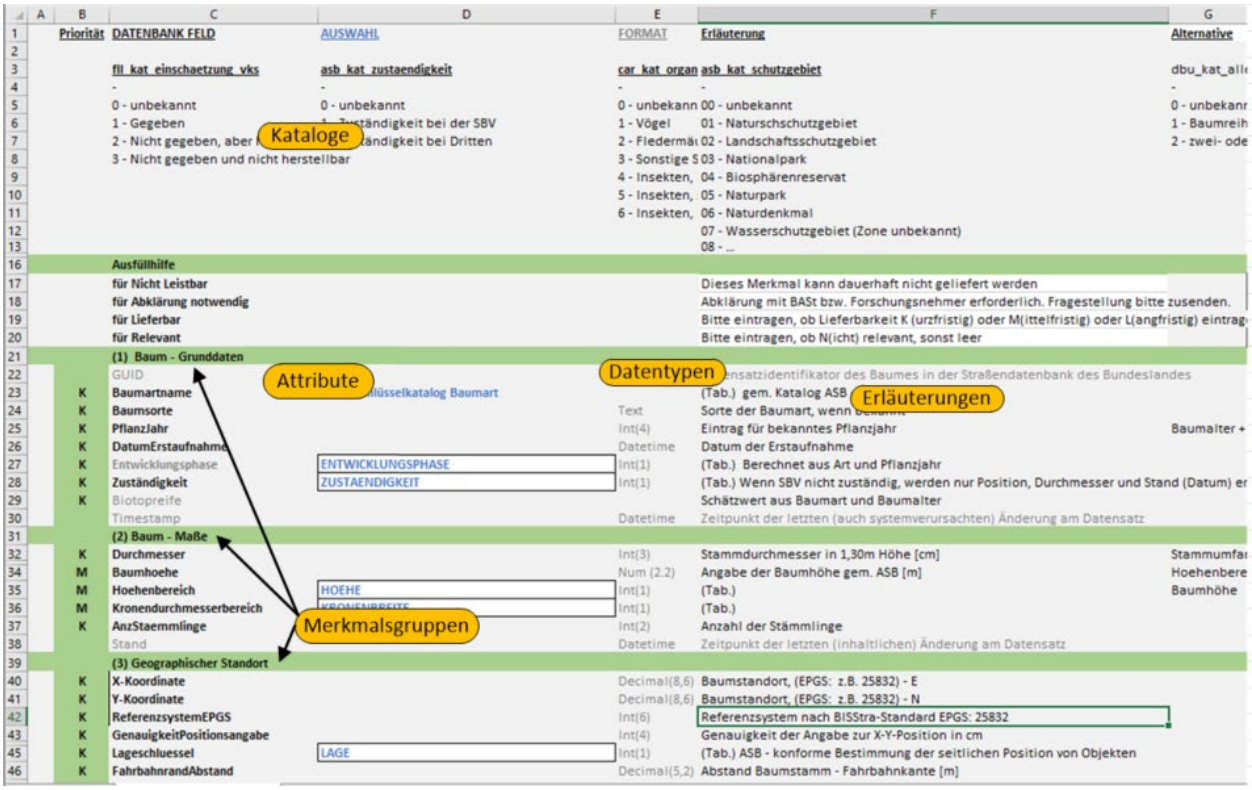
Das Datenmodell wurde in einem Expertenworkshop den Vertretern von Bundesländern, der Autobahn GmbH des Bundes, Bundesbehörden und Forschungsanstalten vorgestellt: 177 Attribute sind unter inhaltlichen und thematischen Aspekten in 21 Merkmalsgruppen ausgewiesen und werden inklusive Angaben zum Datentyp und Hinweisen zu hinterlegten Katalogen erläutert. Bild 18 zeigt einen Auszug aus dem Datenmodell mit den in Merkmalsgruppen zusammengefassten Attributen, den Datentypen, hinterlegten Katalogen und Erläuterungen.

Aufgrund der Diskussionen wurde das Modell überarbeitet. Nicht relevante Attribute wurden entfernt, vorhandene ggf. modifiziert und weitere, erforderliche hinzugefügt. Das überarbeitete Datenmodell wurde den Teilnehmenden des Workshops zur Abstimmung vorgelegt und die Lieferbarkeit der Attribute mit Angabe des entsprechenden Zeitraumes (kurz-, mittel- oder langfristig) abgefragt.

Kurzfristig lieferbare Attribute sind in den Datenmodellen der Bundesländer vorhanden oder können für einen Export aufbereitet werden. Die Daten sind sofort oder innerhalb von 1 - 2 Jahren lieferbar.

Mittelfristig bezeichnet einen Zeitraum von 2 - 5 Jahren. Die Attribute werden in den Bundesländern gegenwärtig erhoben oder es ist vorgesehen, die Attribute in diesem Zeitraum zu erheben.

Langfristig bezeichnet einen Zeitraum von > 5 Jahren. Die Erhebung dieser Attribute ist noch nicht geplant und es ist denkbar, dass die Attribute nicht erfasst werden.



	Priorität	DATENBANK FELD	AUSWAHL	FORMAT	Erläuterung	Alternative
3		fll_kat_einschaetzung_vks	asb_kat_zustaendigkeit	car_kat_organ	asb_kat_schutzgebiet	dbu_kat_all
4		-	-	-	-	-
5		0 - unbekannt	0 - unbekannt	0 - unbekann	00 - unbekannt	0 - unbekanr
6		1 - Gegeben	1 - Zuständigkeit bei der SBV	1 - Vögel	01 - Naturschschutzgebiet	1 - Baumreih
7		2 - Nicht gegeben, aber	ändigkeit bei Dritten	2 - Fledermäi	02 - Landschaftsschutzgebiet	2 - zwei- ode
8		3 - Nicht gegeben und nicht herstellbar		3 - Sonstige S	03 - Nationalpark	
9				4 - Insekten,	04 - Biosphärenreservat	
10				5 - Insekten,	05 - Naturpark	
11				6 - Insekten,	06 - Naturdenkmal	
12					07 - Wasserschutzgebiet (Zone unbekannt)	
13					08 - ...	
16		Ausfüllhilfe				
17		für Nicht Leistbar			Dieses Merkmal kann dauerhaft nicht geliefert werden	
18		für Abklärung notwendig			Abklärung mit BASt bzw. Forschungsnehmer erforderlich. Fragestellung bitte zusenden.	
19		für Lieferbar			Bitte eintragen, ob Lieferbarkeit K (urzfristig) oder M(ittelfristig) oder L(angfristig) eintrag	
20		für Relevant			Bitte eintragen, ob N(icht) relevant, sonst leer	
21		(1) Baum - Grunddaten				
22		GUID			ensatzidentifikator des Baumes in der Straßendatenbank des Bundeslandes	
23	K	Baumartname	lüsselkatalog Baumart		(Tab.) gem. Katalog ASB	
24	K	Baumsorte		Text	Sorte der Baumart, wenn	
25	K	Pflanzjahr		Int(4)	Eintrag für bekanntes Pflanzjahr	Baumalter +
26	K	DatumErstaufnahme		Datetime	Datum der Erstaufnahme	
27	K	Entwicklungsphase	ENTWICKLUNGSPHASE	Int(1)	(Tab.) Berechnet aus Art und Pflanzjahr	
28	K	Zuständigkeit	ZUSTAENDIGKEIT	Int(1)	(Tab.) Wenn SBV nicht zuständig, werden nur Position, Durchmesser und Stand (Datum) er	
29	K	Biotopreife			Schätzwert aus Baumart und Baumalter	
30		Timestamp		Datetime	Zeitpunkt der letzten (auch systemverursachten) Änderung am Datensatz	
31		(2) Baum - Maße				
32	K	Durchmesser		Int(3)	Stammdurchmesser in 1,30m Höhe [cm]	Stammumfa
34	M	Baumhoehe		Num (2.2)	Angabe der Baumhöhe gem. ASB [m]	Hoehenbere
35	M	Hoehenbereich	HOEHE	Int(1)	(Tab.)	Baumhöhe
36	M	Kronendurchmesserbereich		Int(1)	(Tab.)	
37	K	AnzStaemmlinge		Int(2)	Anzahl der Stämmlinge	
38		Stand		Datetime	Zeitpunkt der letzten (inhaltlichen) Änderung am Datensatz	
39		(3) Geographischer Standort				
40	K	X-Koordinate		Decimal(8,6)	Baumstandort, (EPGS: z.B. 25832) - E	
41	K	Y-Koordinate		Decimal(8,6)	Baumstandort, (EPGS: z.B. 25832) - N	
42	K	ReferenzsystemEPGS		Int(6)	Referenzsystem nach BISStra-Standard EPGS: 25832	
43	K	GenauigkeitPositionsangabe		Int(4)	Genauigkeit der Angabe zur X-Y-Position in cm	
45	K	Lageschluessel	LAGE	Int(1)	(Tab.) ASB - konforme Bestimmung der seitlichen Position von Objekten	
46	K	FahrbahnrandAbstand		Decimal(5,2)	Abstand Baumstamm - Fahrbahnkante [m]	

Bild 18: Entwurf des Datenmodells des Baumkatasters als Excel-Liste (Auszug)

7.2.2 Datenverfügbarkeit

Erwartungsgemäß sind Attribute zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben zur Baumkontrolle, zur Gefahrenabwehr und zur Wahrung der Verkehrssicherheit der Straßenbäume bei den Stakeholdern präsent, und bei etwa der Hälfte der Bundesländer kurzfristig verfügbar. Dazu gehören die Standortkoordinaten des Baumes, der Stammdurchmesser und die Baumart sowie die Gesamteinstufung des Baumzustands (Schäden, Vitalität, Schiefstand, Baumschau) bzw. Angaben zur Fällung (Datum, Grund). Auch die Angaben zu Schäden aus der Merkmalsgruppe Baumkontrolle-Schäden weisen eine gute Verfügbarkeit auf.

Bei den Maßnahmen, die im Rahmen der Baumkontrolle festgelegt werden, weichen die Angaben zur Verfügbarkeit in Umfang und Detailtiefe so weit ab, dass eine länderübergreifende Harmonisierung nicht realistisch erscheint und auch nur eingeschränkt zielführend ist. Der Umfang an Attributen, um Maßnahmen im Rahmen der Baumkontrolle beschreiben, wird daher auf das Wesentliche beschränkt.

Die Verfügbarkeit weiterer Merkmalsgruppen, wie z.B. zur Straßenverkehrssicherheit durch FRS und zu linearen Baumgruppen, Gehölzflächen und Alleenmanagement ist erwartungsgemäß gering, und werden daher überwiegend als langfristig lieferbar bzw. nicht leistbar benannt. Die Datenverfügbarkeit wurde bei der Erstellung des logischen Datenmodells berücksichtigt.

Detaillierte Informationen zur Datenverfügbarkeit finden sich im Anhang 2.

7.3 Erstellung des logischen Datenmodells

Ein logisches Datenmodell legt die Struktur von Datenelementen und ihre Beziehungen untereinander fest. Es umfasst alle Informationselemente des Datenmodells (TIBCO Software 2023). Im logischen Datenmodell werden die Attribute in der Excelliste aus dem Entwurf des Baumkatasters (Bild 18) unter inhaltlichen Gesichtspunkten gruppiert und in Tabellen (Entitäten) zusammengefasst (z.B. Baumart und Pflanzjahr) sowie Mengenbeziehungen zwischen den Entitäten festgelegt (Bild 19).

Mit Mengenbeziehungen können einem Baum über die Jahre mehrere Baumkontrollen und ihre Ergebnisse zugeordnet werden (1:n - Relationen), oder ein Baum kann in einem oder mehreren Schutzgebieten stehen (z.B. Wasserschutz- und Landschaftsschutzgebiet), wobei die benachbarten Bäume oft ebenfalls in diesen Schutzgebieten stehen (n:m -Relationen). Diese Mehrfachzuordnungen und Abhängigkeiten sind in Excel nicht abbildbar.

Das logische Datenmodell ist in einem Case-Tool in einer graphischen Darstellung definiert und beschrieben (s. Anlage 2).

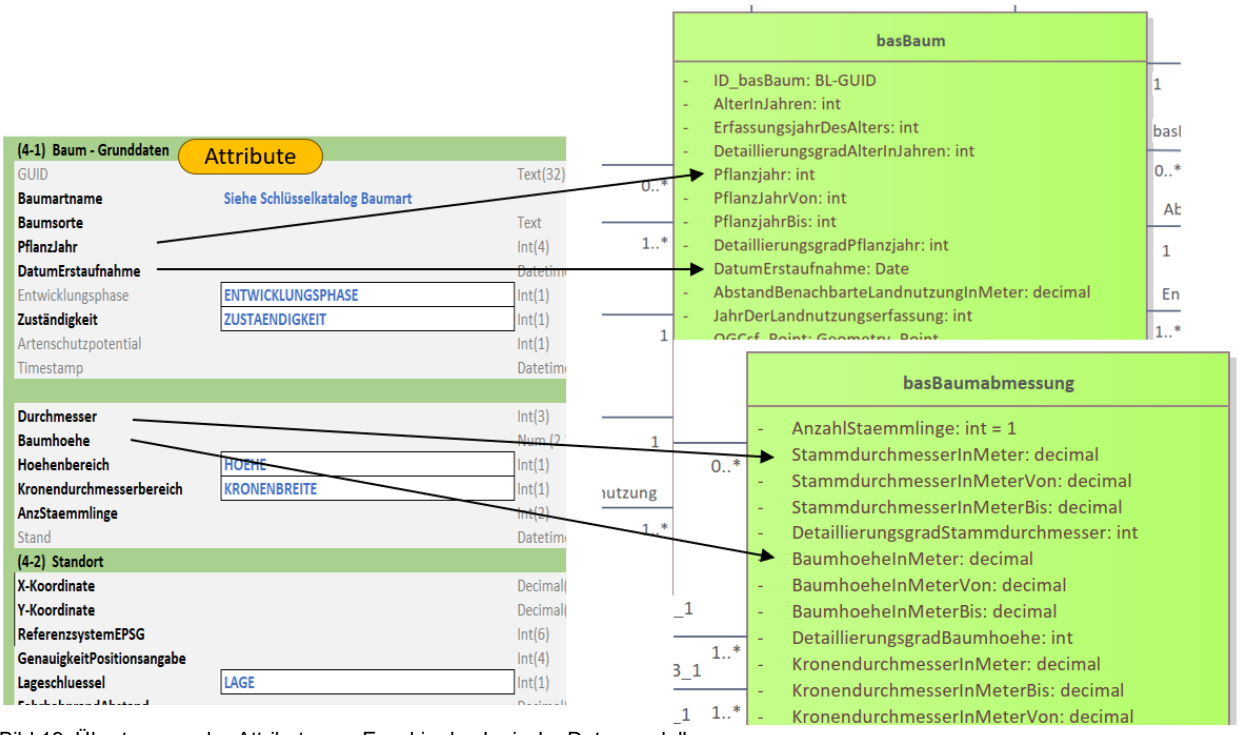


Bild 19: Übertragung der Attribute aus Excel in das logische Datenmodell

Im logischen Datenmodell werden die Attribute und Merkmalsgruppen der vier Aufgabenbereiche Verkehrssicherheit, Schutzstatus, Umwelt / Natur und Landschaftselement / Kulturgut auf mehrere, fachlich zusammengehörende Komponenten verteilt (Bild 20).

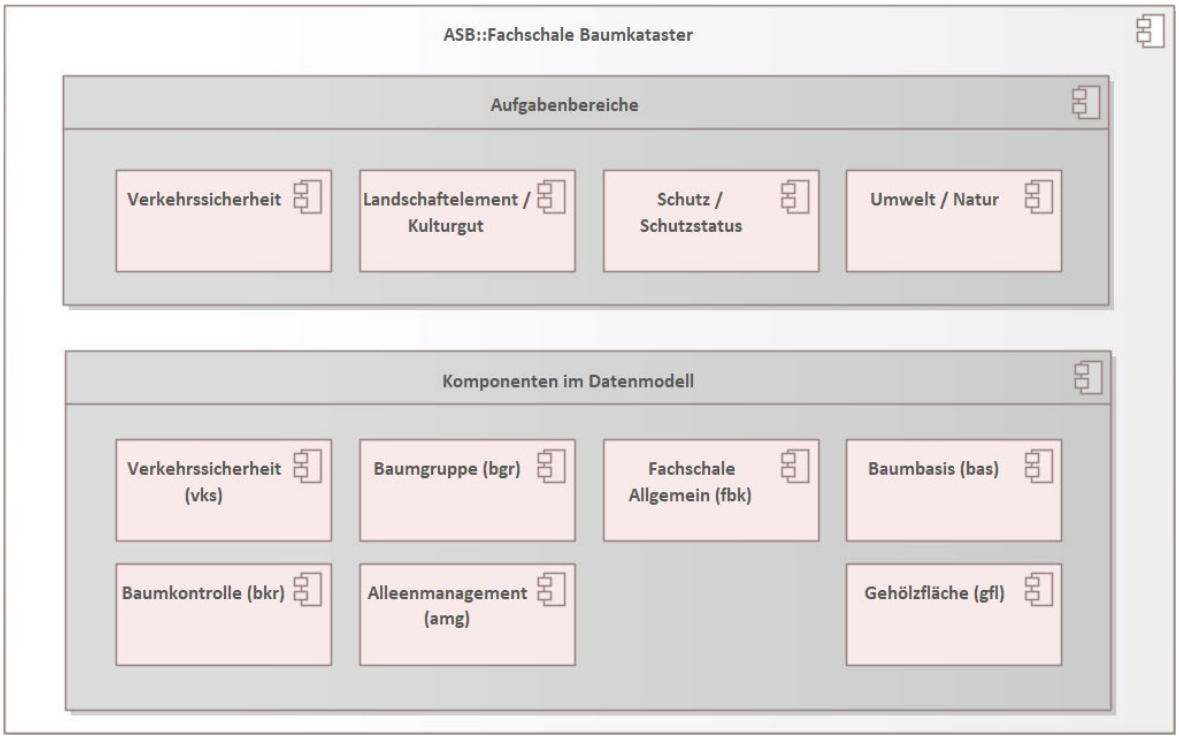


Bild 20: Aufgabenbereiche und Komponenten im logischen Datenmodell

Bei der schrittweisen Erarbeitung des logischen Datenmodells wurden berücksichtigt:

- Das mit den Stakeholdern abgestimmte Datenmodell und die Lieferbarkeit der Attribute, siehe Kap. 7.2
- Die Umsetzung von Merkmalen im Spannungsfeld der Wünsche von Seiten der BASt, der Lieferbarkeit und dem praktischen Nutzen in der Fachschale Baumkataster, wurde aufgrund der Diskussionen mit der BASt und dem Betreuungskreis angepasst.
- Die Adaption an den System-Kontext zur ASB in enger Abstimmung mit der BASt (Kap. 7.4).

Die graphische Darstellung des logischen Datenmodells zeigt die Themenbereiche, die Entitäten und die Abhängigkeiten der Objekte untereinander (Bild 21). Die Legende weist alle Komponenten des Modells aus. Im Ausschnitt von Bild 21 ist nur die Tabelle "basBaum" der Komponente Baumbasis sichtbar. An der Tabelle "basBaum" werden Beziehungen zu Katalogen (z.B. Abmessungen, Baumart, Benachbarte Nutzung) ebenso ausgewiesen wie die mögliche Mehrfachnennungen von Merkmalen (z.B. zur Lage in Schutzgebieten).

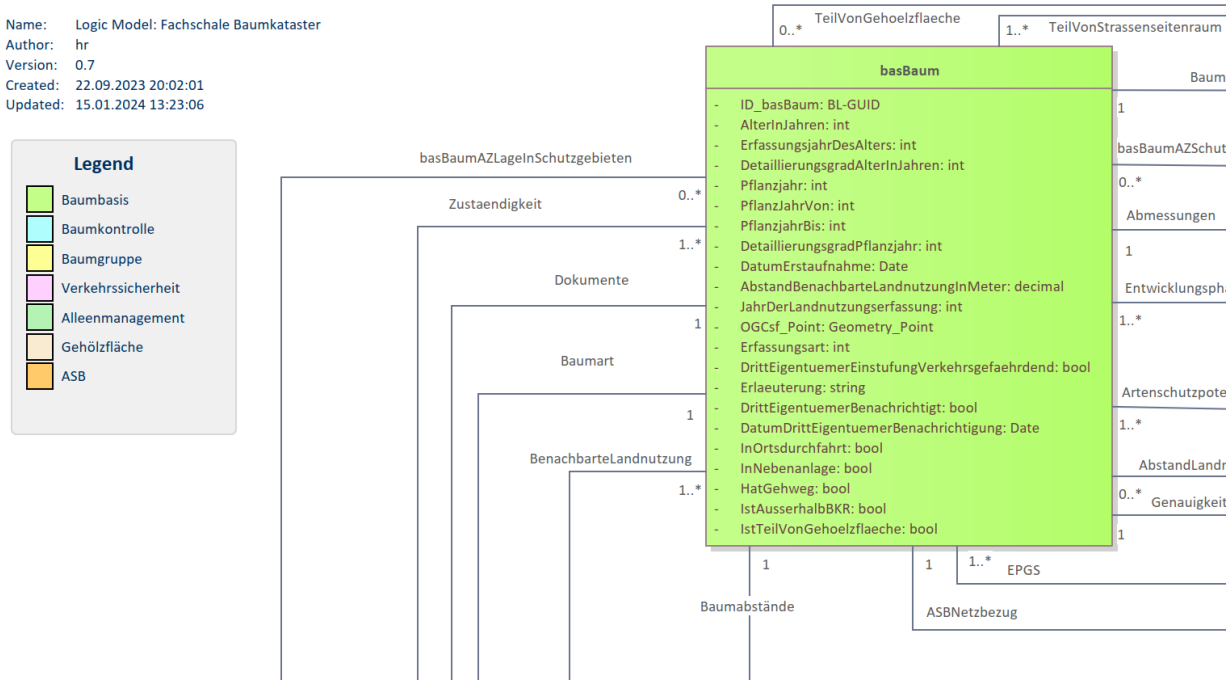


Bild 21: Graphische Darstellung des logischen Datenmodells (Ausschnitt)

7.4 Definition des System-Kontexts ASB, BISStra, OKSTRA

Wie in der Zielsetzung (Kap. 2) ausgeführt, wird das Datenmodell Baumkataster als Fachschale in das BISStra integriert und befindet sich somit im System-Kontext der ASB. Die ASB definiert die Inhalte und Datenstrukturen des BISStra und der ländereigenen Straßeninformationsbanken (Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2018). Anpassungen im ASB werden im zugehörenden Datenaustauschformat OKSTRA nachgeführt (König 2004). Die Integration der Fachschale in das ASB bestimmt die Schnittstellen zu anderen ASB-Segmenten (z.B. vorhandene Elemente und Kataloge) und legt Systemgrenzen fest (Bild 22).

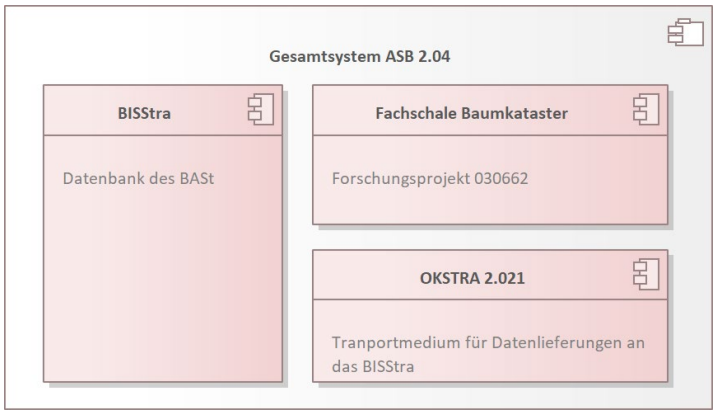


Bild 22: Die Fachschale Baumkataster im Kontext umliegender Systeme

In enger Abstimmung mit den BISStra Fachverantwortlichen wurde die ASB-Konformität des Datenmodells sichergestellt. Zunächst wurden die ASB-Schreibweisen zur Modellgestaltung und Definition von Tabellen, Relationen, Pflichtattributen, bedingten Pflichtattributen usw. geklärt, und in den Kapiteln 3 und 4 der

Modelldokumentation (s. Anhang 1) festgehalten. Die vorgesehenen Mechanismen zum Umgang mit unvollständigen und inhomogenen Daten wurden an den betroffenen Stellen im Datenmodell mit Hilfsattributen umgesetzt. Diese Definitionen enthalten auch die Besonderheiten des Straßenbezugssystems des BISStra und bilden die Grundlage für die Beschreibung des Datenmodells. Bild 23 illustriert die Modellumsetzung ausgehend von der Excelliste, über das logische Datenmodell, bis zu den Lieferobjekten SQL-Skripte.

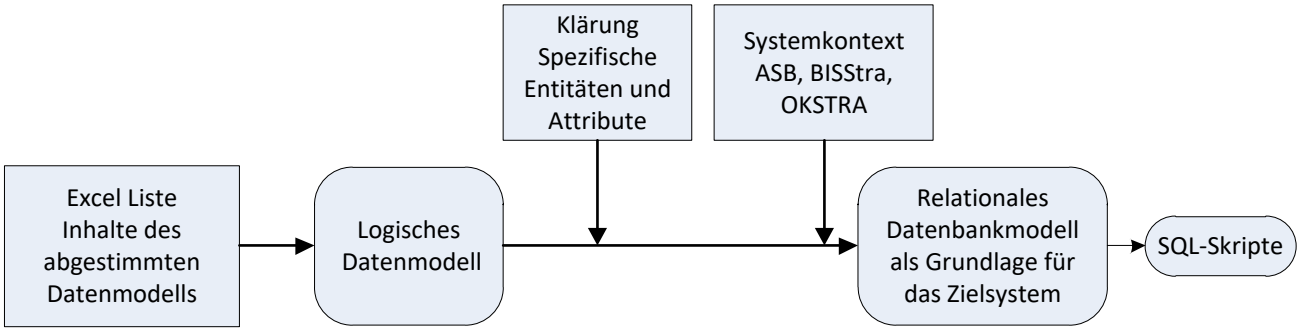


Bild 23: Phasen der Modellentwicklung

7.5 Vollständige Beschreibung des Datenmodells

Um den vorliegenden Bericht lesbar und übersichtlich zu halten, wird auf die detaillierte Beschreibung der Inhalte des Datenmodells verzichtet. Bild 24 zeigt das Datenmodell in einer Übersicht als Domainenmodell mit den farblich hervorgehobenen Komponenten (vgl. Bild 20).

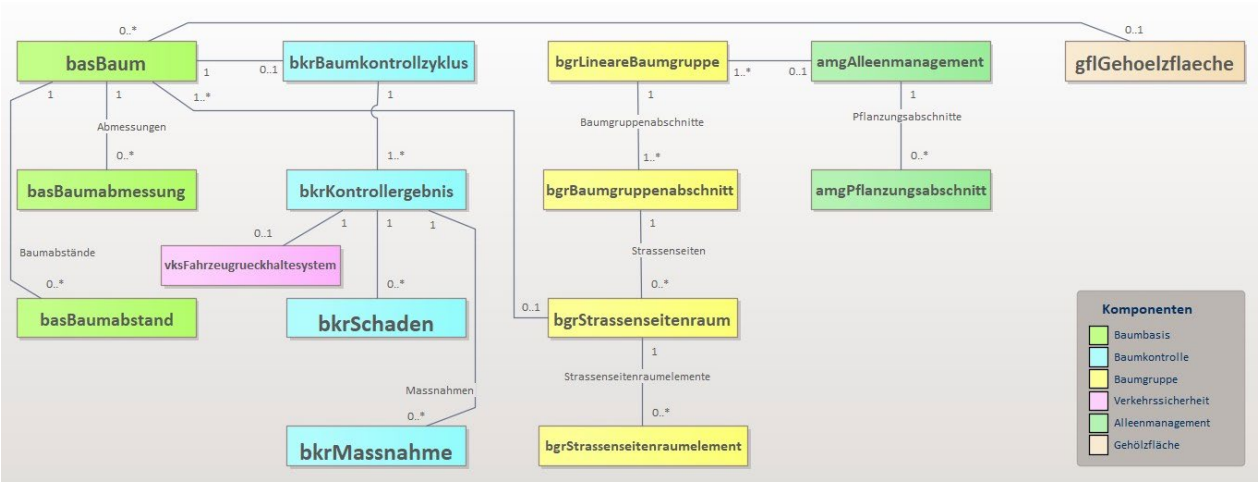


Bild 24: Domainenmodell mit farblich markierten Komponenten

Das Datenmodell ist in den Anlagen 1 und 2 unter inhaltlichen und fachlichen Gesichtspunkten umfassend erläutert.

Anlage 1 beschreibt alle Entitäten und Attribute des Datenmodells. Wo es der Verständlichkeit dienlich ist, werden weiterführende Erläuterungen gegeben, die über einen rein technischen Beschrieb hinausgehen. Anlage 1 bildet die Grundlage für die notwendigen Ergänzungen der „Anweisung Straßeninformationsbank“ (ASB).

Anlage 2 zeigt die graphische Darstellung des logischen Datenmodells. Die einzelnen Komponenten sind farblich differenziert und weisen auf Kataloge und Beziehungen zu anderen Komponenten hin. Beispielsweise wird von der Komponente Baumbasis (bas) auf die Komponente Baumkontrolle (bkr) verwiesen.

7.6 Bereitstellen der SQL-Skripte

Aus dem logischen Datenmodell wurde ein datenbankspezifisches, relationales Datenbankmodell als Entity-Relationship-Modell (ERM) für PostgreSQL abgeleitet. Das ERM dient als Ausgangsmodell für den zu erstellenden SQL-DDL-Skriptsatz, siehe Bild 23. Der SQL-Skriptsatz ist die Grundlage für die Integration der Fachschale in das BISStra (Anlage 3). Die Anlage 3 enthält die SQL-Skripte und ist nur den Datenbankfachleuten dienlich.

Gegenüber dem logischen Datenmodell enthält ein Datenbankmodell (ERM) weitere Details, die für eine eindeutige Umsetzung in einer Datenbank erforderlich sind.

8 Datenübernahme, inhomogene und unvollständige Daten

Mit der Realisierung des ASB-konformen Datenmodells für ein bundesweites Baumkataster als Fachschale im BISStra, gilt es, diese mit Daten zu füllen.

Die Herausforderung besteht darin, die spezifischen Baumkatasterdaten der Bundesländer und der Autobahn GmbH des Bundes zu übernehmen. Dies erfordert Mechanismen zum Umgang mit lückigen, unvollständigen oder inhomogenen Datenbeständen oder unterschiedlich ausgeprägten Attributen, z.B. Stammdurchmesser als gemessener Wert oder als Größenklasse.

Das ASB-konforme Datenmodell beinhaltet diese Mechanismen, um einen modellkonformen Import zu gewährleisten. Die Mechanismen berücksichtigen auch die mittel- und langfristige Zunahme lieferbarer Attribute, die im Ausbau der ländereigenen Baumkataster begründet ist.

8.1 Unvollständige Daten

Die Übernahme unvollständiger Daten für obligatorische Felder wird durch die Ausgestaltung der Kataloge, Ableitungsmöglichkeiten und Detaillierungsgrad-Hilfsattribute ermöglicht.

- Unvollständige Daten bei Attributen, die auf Kataloge verweisen: Kataloge im ASB weisen jeweils zwei wählbare Angaben auf, wenn die Datenlieferung keinen passenden Eintrag enthält (Katalogwert = unbekannt) oder einen Wert enthält, der nicht im Katalog enthalten ist (Katalogwert = andere).
- Unvollständige Daten bei Objekten: Unvollständige Daten bei Objekten mit Eltern-Kind-Bezug sind zulässig, wenn der Bezug kein, ein oder mehrere Kindobjekte am Elternobjekt vorsieht. Beispielsweise kann eine Baumkontrolle (Elternobjekt) keinen, einen oder mehrere Schäden am Baum (Kindobjekte) feststellen. Ist mindestens ein Kindobjekt obligatorisch anzugeben, sind unvollständige Daten nicht erlaubt, beispielweise wenn ein Baum (Elternobjekt) mindestens einen Bezug zum Straßenbezugssystem hat (Kindobjekt).
- Unvollständige Daten bei bedingten Pflichtattributen: Bedingte Pflichtattribute gestatten unvollständige Daten nur über den Mechanismus eines Hilfsattributs vom Typ Detaillierungsgrad. Der Detaillierungsgrad enthält Werte, die den Pflichtstatus des zugeordneten Attributs außer Kraft setzen können. Dies wird z.B. angewendet, wenn Bäume erfasst werden, die sich im Eigentum Dritter, oder aus einer anderen Herkunft als der Baumkontrolltätigkeit stammen. In diesen Fällen ist die Angabe des Pflichtattributs Baumart nicht mehr erforderlich.
- Unvollständige Daten bei unbedingten Pflichtattributen: Unbedingte Pflichtattribute gestatten keine unvollständigen Daten. In Kombination mit einem zugeordneten Hilfsattribut vom Typ Detaillierungsgrad kann zwischen einer direkten Werteingabe des Pflichtattributs oder einer Wertermittlung aus einer Ableitung gewählt werden. Dieser Mechanismus wird z.B. angewendet, wenn Bäume ohne Angabe eines Stammdurchmessers erfasst wurden. Der Detaillierungsgrad ermöglicht die Wahl zwischen der direkten Werteingabe oder der Ableitung des Wertes aus dem Baumalter bzw. Pflanzjahr gemäß Ableitungsformel. Fehlen auch Angaben zum Baumalter, ist dieses im Hinblick auf Aspekte der Verkehrssicherheit großzügig abzuschätzen.

8.2 Inhomogene Daten

Im vorliegenden Kontext sind inhomogene Daten sinngleiche Werte, die auf unterschiedliche Art oder mit unterschiedlichen Genauigkeiten erhoben werden. Solche Daten können durch eine Kombination von Hilfsfeldern mit einem zugeordneten Feld für den Detaillierungsgrad integriert werden.

Dieser Mechanismus wird angewendet, wenn in einem Datensatz der Stammdurchmesser (z.B. 0,32 Meter) als direkter Wert vorhanden ist, und in einem anderen Datensatz der Stammdurchmesser in einer Größenklasse (0,20 – 0,40 Meter) geliefert wird. Das Feld Stammdurchmesser wird durch zwei Hilfsfelder „StammdurchmesserVon“ und „StammdurchmesserBis“ und ein Detaillierungsgrad-Feld ergänzt. Der Detaillierungsgrad ermöglicht die Wahl zwischen der direkten Werteingabe oder der Ableitung des Wertes aus dem Mittelwert der Größenklasse der beiden Hilfsfelder.

Inhomogene Daten, die aus bekannten, aber unterschiedlichen Erfassungsmethoden resultieren, werden über den Mechanismus der Detaillierungsgrade und bedingten Pflichtattribute ins Datenmodell überführt. So weisen Daten einer Laserscanning-Ersterhebung eine vollkommen andere Attributausstattung auf als Daten, die aus einem Baumkataster mit Baumkontrolltätigkeit stammen. Über entsprechende Detaillierungsgrade im Modell werden je nach Herkunft bedingte Pflichtattribute aktiviert bzw. deaktiviert.

8.3 Validierung der Datenübernahme mit Testdaten

Von den Bundesländern RP, NRW und MV wurden Testdaten einzelner Bundesstraßen zur Verfügung gestellt. Diese Testdaten sind speziell exportierte Auszüge aus den landeseigenen Datenbanken, die als Excel- oder CSV Datei geliefert wurden. Aus den Testdaten können deshalb keine Rückschlüsse auf das Datenmodell des liefernden Bundeslandes gezogen werden.

Mit den Testdaten wurde die Übernahme in das bundesweite Baumkataster simuliert, und die Anwendbarkeit der Mechanismen für unvollständige Daten und Inhomogenitäten überprüft.

8.3.1 Rheinland-Pfalz

Es handelt sich um Rohdaten aus einem Laserscanning-Projekt, als Grundlage der Ersterhebung des straßennahen Baumbestandes (Bild 25).

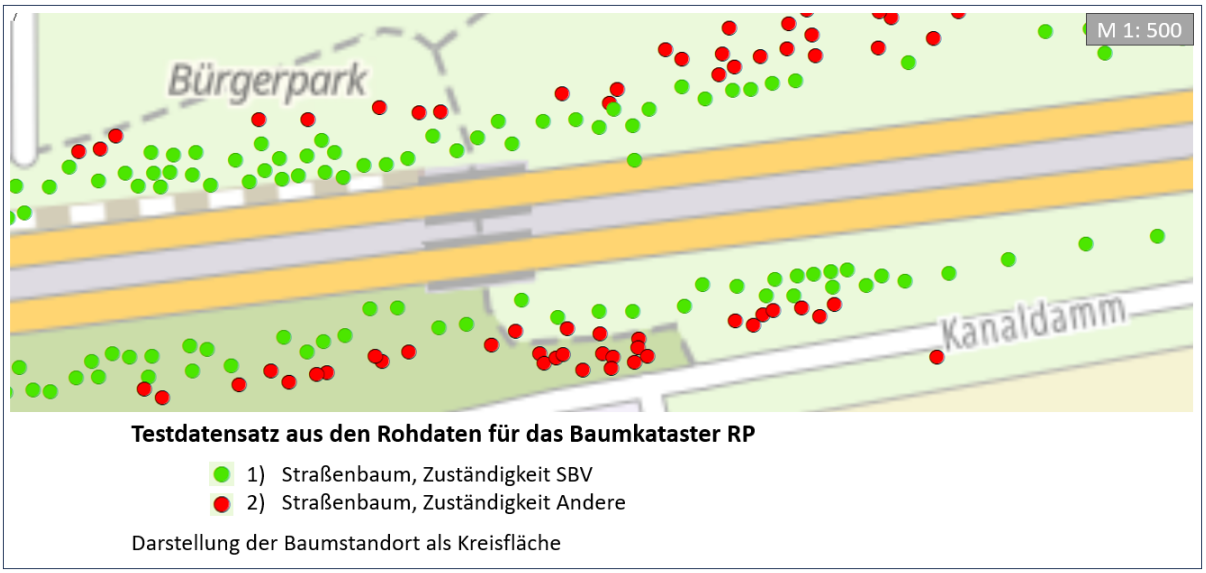


Bild 25: Auszug aus den Rohdaten für das Baumkataster RP

Verfügbare Attribute:

- Position des Kronenmittelpunktes, wird als Mittelpunkt des Stammes angenommen.
- ASB-Netzbezug (Anfangsnetzknoten, Endnetzknoten, VonStation, BisStation, Straßenname, Straßenklasse, VNP, NNP, RABSTBA_VS = Abstand der Stammmitte von der Bestandsachse).
- Baumhöhe in Meter.
- Zuständigkeit, siehe Bild 25.
- Wuchsform: Einzelbaum, Gehölzfläche.

Fehlende Pflichtattribute im Modell:

- Baumart
- Stammdurchmesser
- Altersangabe (Baumalter, Pflanzjahr o.ä.)

Einschätzung der Datenqualität: Es handelt sich um noch nicht fehlerbereinigte Rohdaten. Die vorhandenen Attribute reichen aus, um die Bäume in der Fachschale Baumkataster aufzunehmen, unter der Bedingung, dass im Feld Herkunft = 2 (aus externer Erhebung) angegeben wird.

Der Großteil der Bäume weist eine Höhenverteilung zwischen 3 und 30 Metern auf (X-Achse Bild 26). Es ist jedoch anzunehmen, dass Baumhöhen < 3 m und > 30 m fehlerbehaftete Daten sind, die im Verlauf der detaillierten Baumkontrollen bereinigt werden.

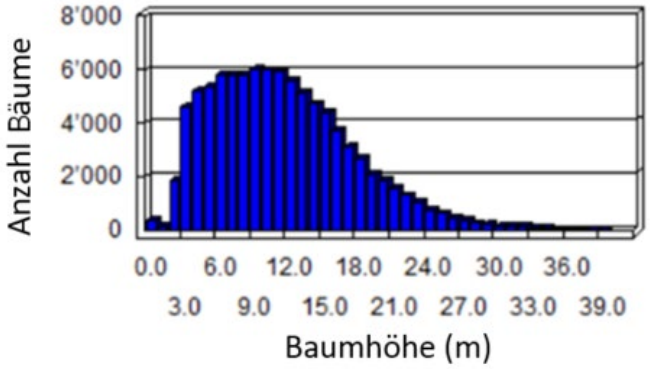


Bild 26: Höhenverteilung der Bäume aus den Rohdaten RP

Ohne Angaben zur Baumart lassen sich keine belastbaren Rückschlüsse auf das Baumalter und damit auf den Stammdurchmesser ziehen. Unter der Annahme, dass der Baumbestand im Mittel 50-jährig ist, kann ein Stammdurchmesser von 0,5 Meter postuliert werden.

8.3.2 Nordrhein-Westfalen

Die gelieferten Daten aus NRW enthalten etwa 40 Attribute. Sie decken den Bereich der Baumbasisdaten weitgehend ab. Die Lage in Schutzgebieten sowie der Schutzstatus der Bäume werden berücksichtigt. Bäume in der Zuständigkeit Dritter oder außerhalb der Baumkontrolle sind nicht enthalten. Gelegentlich kommt es zu Ungenauigkeiten bei der Angabe des Pflanzjahres. Die Baumabmessungen sind gut erfasst. Ein Baumkontrollzyklus ist ebenfalls vorhanden. Einige Angaben zu Alleen mit ökologisch wertvollen Habitatbäume sind explizit gut vertreten (Bild 27).

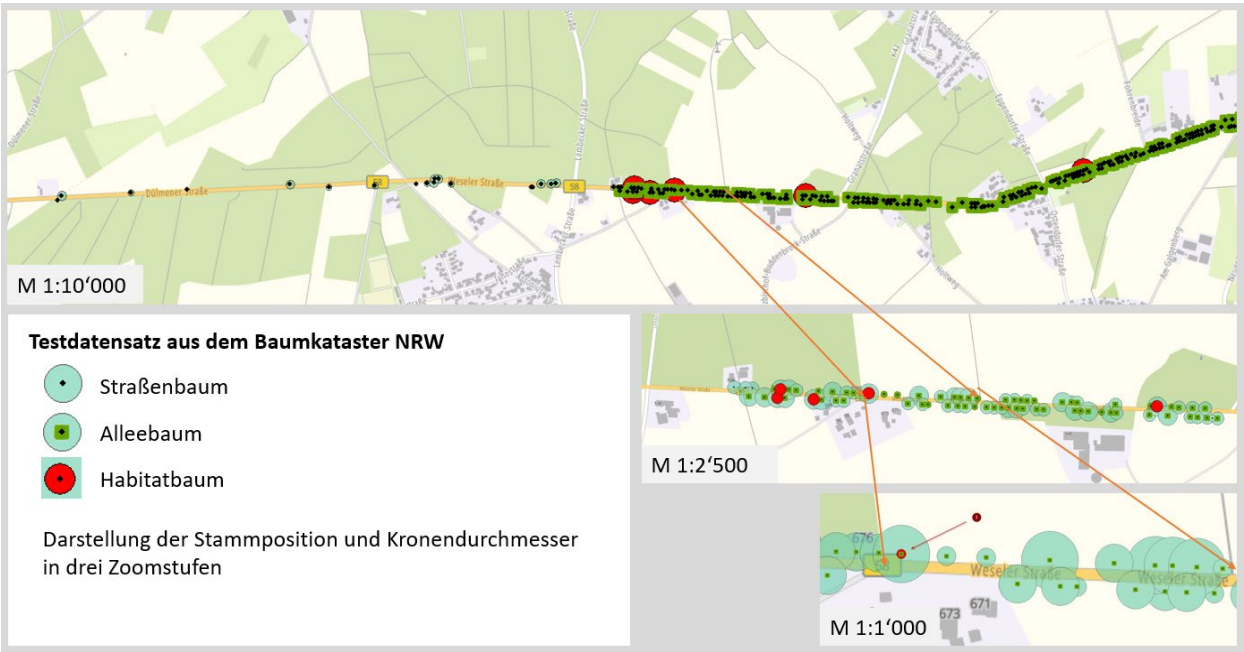


Bild 27: Testdaten NRW in drei Zoomstufen von 1:25'000 bis 1:1'000

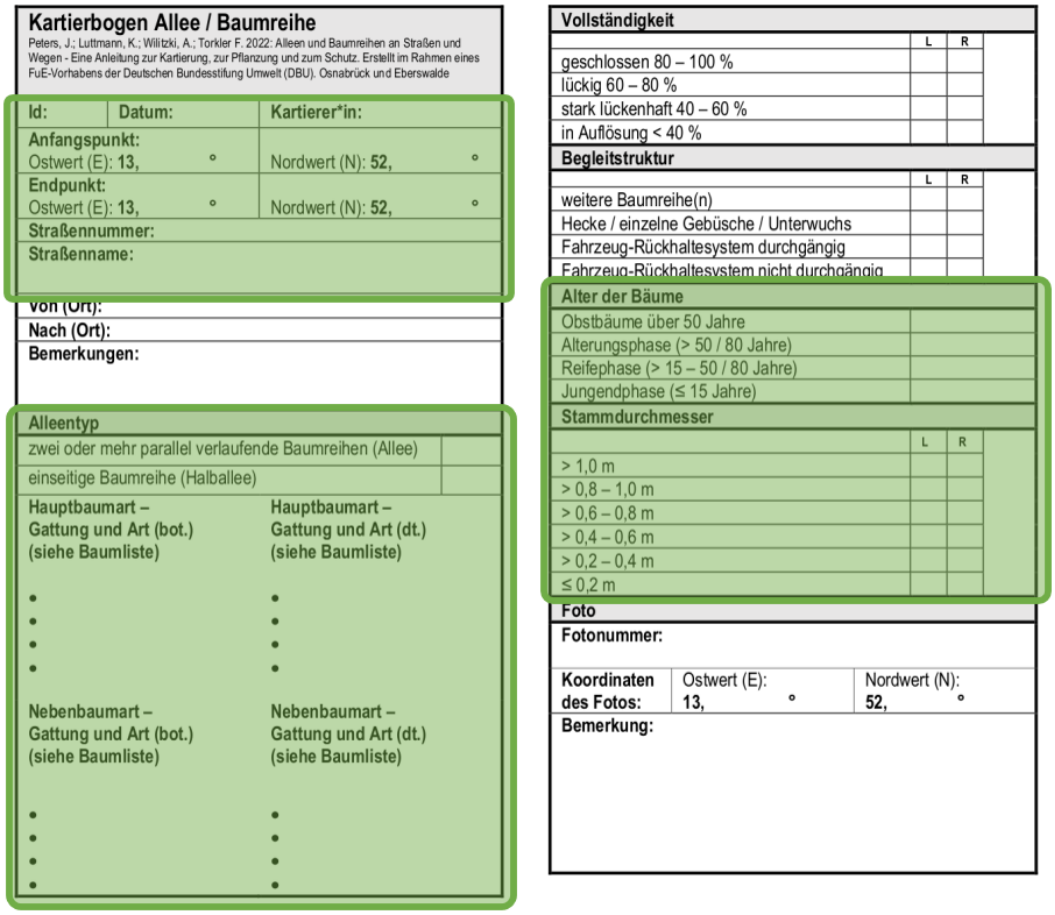
8.3.3 Mecklenburg-Vorpommern

Die Testdaten repräsentieren einen 55 km langen Straßenabschnitt der Deutschen Alleenstraße zwischen Stralsund und Demmin. Das Datenmodell aus MV enthält ca. 130 Attribute und ist umfassend in den Bereichen Basisdaten und Baumkontrolle ausgestattet. Einzelbäume sind bezüglich des Alleencharakters vollständig attributiert, eine Eigenschaft die nicht manuell erfasst wird, sondern aus der Umgebung des Baumes ermittelt wird (Bild 28).

Bild 28: Testdaten MV: Deutsche Alleenstraße mit Details zum Alleencharakter

Mit diesen Informationen sind die Merkmale der Alleenkartierung nach Peters et al. (2019) schon weitgehend verfügbar bzw. ableitbar, im abgebildeten Kartierbogen sind sie grün markiert (Bild 29).

Von den etwa 30 Attributen im Kartierbogen der Alleenkartierung lassen sich aus dem Einzelbaumkataster ca. 15 Attribute automatisiert ableiten. Etwa fünf weitere Attribute lassen sich aus Luftbildern und mit Hilfe des Straßenbezugssystems erfassen. Es verbleiben somit nur wenige Attribute, für die eine Feldbegehung erforderlich ist.



Kartierbogen Allee / Baumreihe

Peters, J.; Luttmann, K.; Wilitzki, A.; Torkler F. 2022: Alleen und Baumreihen an Straßen und Wegen - Eine Anleitung zur Kartierung, zur Pflanzung und zum Schutz. Erstellt im Rahmen eines FuE-Vorhabens der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU). Osnabrück und Eberswalde

Id:	Datum:	Kartierer*in:
Anfangspunkt: Ostwert (E): 13, °		Nordwert (N): 52, °
Endpunkt: Ostwert (E): 13, °		Nordwert (N): 52, °
Straßennummer:		
Straßenname:		

Von (Ort):
Nach (Ort):
Bemerkungen:

Alleentyp	
zwei oder mehr parallel verlaufende Baumreihen (Allee)	
einseitige Baumreihe (Halballee)	

Hauptbaumart – Gattung und Art (bot.) (siehe Baumliste)	Hauptbaumart – Gattung und Art (dt.) (siehe Baumliste)
•	•
•	•
•	•
•	•
Nebenbaumart – Gattung und Art (bot.) (siehe Baumliste)	**Nebenbaumart – Gattung und Art (dt.) (siehe Baumliste)**
•	•
•	•
•	•
•	•

Vollständigkeit	L	R
geschlossen 80 – 100 %		
lückig 60 – 80 %		
stark lückenhaft 40 – 60 %		
in Auflösung < 40 %		

Begleitstruktur	L	R
weitere Baumreihe(n)		
Hecke / einzelne Gebüsche / Unterwuchs		
Fahrzeug-Rückhaltesystem durchgängig		
Fahrzeug-Rückhaltesystem nicht durchgängig		

Alter der Bäume	
Obstbäume über 50 Jahre	
Alterungsphase (> 50 / 80 Jahre)	
Reifephase (> 15 – 50 / 80 Jahre)	
Jungendphase (≤ 15 Jahre)	

Stammdurchmesser	L	R
> 1,0 m		
> 0,8 – 1,0 m		
> 0,6 – 0,8 m		
> 0,4 – 0,6 m		
> 0,2 – 0,4 m		
≤ 0,2 m		

Foto		
Fotonummer:		
Koordinaten des Fotos:	Ostwert (E): 13, °	Nordwert (N): 52, °
Bemerkung:		

Bild 29: Verfügbare Angaben zum Alleencharakter (grün überdeckt) im Kartierbogen nach Peters et al. (2022) in den Testdaten MV

8.4 Fazit

Unvollständige und inhomogene Daten in den drei Testdatensätzen konnten mit Hilfe der genannten Mechanismen, Detaillierungsgrad-Hilfsattributen, der Ableitung aus anderen Attributen oder mit Hilfe von Grenzwerten der Größenklassen bereinigt bzw. geschlossen werden.

Unvollständige Daten ergaben für Bäume im Eigentum Dritter und Bäume außerhalb des unmittelbaren Straßenrandbereichs, die nicht mehr unter die Baumkontrolle gemäß FLL-Richtline fallen, sich aber noch im Fallbereich von Verkehrsflächen befinden. Hier fehlen Angaben zu den Bäumen in größerem Umfang.

Maßgeblich für die Aufnahme in das bundesweite Baumkataster sind die folgenden, unabdingbaren Pflichtattribute (Minimalmodell):

1) Erfassungsart
2) Geographische Position
3) ASB-PunktNetzposition

In den Testdatensätzen fehlten Qualitätsangaben zu gemessenen Werten, was aber im Export als CSV-, Excel begründet sein kann.

9 Netzweite Sicherheitsanalyse und Aspekte der Verkehrssicherheit

Unter dem Aspekt der Straßenverkehrssicherheit stellen Straßenbäume feste Hindernisse dar, die beim Abkommen von der Fahrbahn eine erhöhte Unfallgefährdung darstellen. Ein Aufprall auf Baum zieht schwere Unfallfolgen und ein erhöhtes Verletzungsrisiko nach sich (Bakaba und Kühn 2009; ÖAMTC Unfallforschung 2016; Schreck-von Below 2021). Mit dem bundesweiten Baumkataster an Bundesfernstraßen sind wichtige Eingangsdaten für die netzweite Sicherheitsanalyse gemäß EU Richtlinie RL 2016/1936 verfügbar.

9.1 Hindernisse im Straßenseitenraum

Eine umfassende Sicherheitsanalyse bedingt jedoch die Kenntnis weiterer ortsfester Hindernisse im Straßenseitenraum, die eine Gefährdung der Verkehrsteilnehmenden darstellen können. Der Begriff „Hindernis“ wird im Kontext der Straßenverkehrssicherheit auf vielfältige Weise verwendet.

- §32 der (Straßenverkehrsordnung (StVO) vom 06.03.2013) bezeichnet das Verschmutzen und Benetzen der Fahrbahn mit Stoffen, welche die Verkehrssicherheit beeinträchtigen, oder das Verbringen von Gegenständen auf die Fahrbahn als Verkehrshindernisse.
- Die Studie „Hindernisfreier Verkehrsraum“ betrachtet Hindernisse aus Sicht von Menschen mit Behinderung (Bundesamt für Strassen ASTRA 2010).
- Eine wichtige Komponente der Verkehrssicherheit ist die freie Sicht, um beim Erkennen von Hindernissen über eine ausreichende Reaktionszeit zu verfügen. Die Bedeutung der Sicht im Straßenraum beschreibt der Bericht des Departements Bau, Verkehr und Umwelt, Abt. Tiefbau (2021), und illustriert dies anhand von Beispielen für unterschiedliche Straßenverläufe und Verkehrssituationen.
- Hindernisfreie Straßenseitenräume erhöhen die Verkehrssicherheit (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute 2022; ÖAMTC Unfallforschung 2023). Die Wirkung eines 6 m breiten hindernisfeien Seitenstreifens auf die Unfallschwere liegt nach Aussage von Stauber (2004) nicht weit unter jener von Leitplanken.

Im Kontext des vorliegenden Projekts bezeichnet der Begriff „Hindernis“ alle ortsfesten, nicht verformbaren Hindernisse im Straßenseitenraum, die eine Gefährdung für die Verkehrsteilnehmenden darstellen, und bei einem Aufprall zu schweren Unfallfolgen mit erhöhtem Verletzungsrisiko führen.

Neben Bäumen sind dies gemäß RPS 2009 Tunnelportale, Brücken, einsturzgefährdete Bauwerke, Notrufsäulen, Findlinge, Masten und Pfeiler (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020b; Bundesanstalt für Straßenwesen 2020b, 4–5). Ingenieurbauwerke an Straßen und Wegen, die nach DIN 1076 der Überwachung und Prüfung unterliegen. Trog-, Stütz- und Lärmschutzbauwerke sowie Verkehrszeichenbrücken gelten je nach Ausgestaltung ebenfalls als Hindernisse (BMDV 2017). Ein senkrechter Höhenversatz von mehr als 10 cm bei Mulden oder Objekten der Straßeninfrastruktur (Ölabscheider, Entwässerung) wird ebenfalls als Hindernis angesehen (Tomasch et al. 2022). Keine Hindernisse im Sinne der RPS 2009 sind passiv sichere Tragkonstruktionen (Bundesanstalt für Straßenwesen 2020c), für die keine zusätzliche Absicherung mit Fahrzeug-Rückhaltesystemen erforderlich ist (Tomasch et al. 2022).

Die genannten ortsfesten Hindernisse lassen sich in drei Gruppen einteilen:

1. Ingenieurbauwerke: z.B. Brücken, Tunnelportale, Mauern
2. Straßeninfrastruktur: z.B. Verkehrszeichen-Maste, Notrufsäulen
3. Sonstige: z.B. Findlinge

Ingenieurbauwerke, wie beispielsweise Brücken, Unterführungen und andere Objekte an Straßen, werden mit dem Bau oder dem Unterhalt der Straße geplant und realisiert. Aufgrund ihrer Bedeutung und technischen Auslegung werden sie häufig in digitalen Katastern und zukünftig in BIM geführt (BMDV 2023a). Die ca. 39 500 Brücken an Bundesfernstraßen sind lagerichtig verortet und mit detaillierten Bauwerksinformationen versehen in einer interaktiven Karte verfügbar (Bundesanstalt für Straßenwesen 2024; Bundesministerium für Digitales und Verkehr 2022). Alle Eisenbahnbrücken inkl. ihrer technischen Daten sind lagerichtig in der Brückenkarte der DB Netz AG enthalten (DB Netze 2023).

Objekte der Straßeninfrastruktur (Gruppe 2) wie beispielsweise Verkehrszeichen-Maste, Notrufsäulen, Signalanlagen, Kilometersteine sowie Fahrzeugrückhaltesysteme sind in ASB beschrieben (BMDV 2018b).

Diese Objekte unterliegen der Unterhaltspflicht durch den Betriebsdienst der Straßenbaulastträger und sind zumindest teilweise in deren Straßeninformationssystemen enthalten.

Objekte der Gruppe 3 (Sonstige) sind vermutlich selten in digitaler Form verfügbar, ausgenommen es handelt sich um geschützte Naturobjekte, die als Geodaten erfasst sind (BayernAtlas 2024; Höhne 2023).

9.2 Integration von Hindernissen in das Baumkataster

Im Hinblick auf die anstehende netzweite Sicherheitsanalyse besteht der Wunsch die vorgängig genannten Hindernisse in das Baumkataster aufzunehmen.

Das Baumkataster wurde konzipiert, um Informationen zur Verkehrssicherheit und zum Schutzstatus sowie Aspekten aus den Bereichen Umwelt / Natur, Landschaftselement / Kulturgut für Straßenbäume und Alleen vorzuhalten. Das Datenmodell ist deshalb geprägt von natur- und umweltrelevanten Daten und den Anforderungen an das Monitoring, den Erhalt und die Pflege durch das Alleenmanagement (Göppel 2023).

Die Erweiterung des Datenmodells um Ingenieurbauwerke (Gruppe 1) und technische Objekte der Straßeninfrastruktur (Gruppe 2) entspricht nicht der Zielsetzung, und würde das Datenmodell unübersichtlich machen.

Die ASB sieht vor, thematisch und inhaltlich zusammengehörende Informationen als Fachthemen in Segmente zu unterteilen (BMDV 2018). Ein für Sicherheitsanalysen ausgelegtes Kataster ortsfester, nicht verformbarer Hindernisse im Straßenseitenraum sollte deshalb als eigene Fachschale in ASB konzipiert werden.

9.3 Fachschale mit Hindernissen für netzweite Sicherheitsanalysen

Alle ortsfesten nicht verformbaren Hindernisse ohne Schutzeinrichtungen stellen beim Abkommen von der Fahrbahn eine erhöhte Gefahr für die Verkehrsteilnehmenden dar. Für netzweite Sicherheitsanalysen und Fragen der Gefahrenprävention sind diese Hindernisse von Vorteil in einem Gefahrenkataster zu führen.

Hindernisrelevante Daten, ohne Anspruch auf Vollständigkeit, sind:

- Standort (Koordinaten, Netzbezug)
- Abstand zum Fahrbahnrand
- Art des Objekts (Baum, Brücke, Tunnel, Signalmast, Kilometerstein etc.)
- Geometrie (Punkt, Linie, Fläche)
- FRS vorhanden
- Topographie (Böschung)
- Weitere hindernisrelevante Eigenschaften

Gemäß dem gegenwärtigen Kenntnisstand zur Datenverfügbarkeit (Kap. 9.1) kann ein Gefahrenkataster mit folgenden Daten befüllt werden:

- Baumdaten werden aus dem bundesweiten Baumkataster für Bundesfernstraßen bezogen. Bäume an Kreis- und Landesstraßen können aus den Baumkatastern der Bundesländer bezogen werden, die insbesondere in alleenreichen Bundesländern in digitaler Form vorliegen.
- Ingenieurbauwerke (Brücken, Tunnelportale) und Eisenbahnbrücken sind für Bundesfernstraßen praktisch zu 100% verfügbar.
- Objekte der Straßeninfrastruktur sind in ASB beschrieben und sind für die Straßenbaulastträger für Betrieb und Unterhalt relevant, so dass diese Objekte zumindest teilweise in den Straßeninformationssystemen der Bundesländer enthalten sein sollten.
- Sonstige: Nicht technische Objekte wie Findlinge oder andere Naturobjekte sind nur relevant, wenn sie sich innerhalb schutzwürdiger Bereiche zum Fahrbahnrand befinden (FGSV 2009). Relevante Objekte können mit räumlichen Analysen identifiziert und aus den Datenbeständen der Bundesländer bezogen werden (BayernAtlas 2024). Im Vergleich zu den oben genannten Objekten, sind diese mengenmäßig nicht bedeutsam.

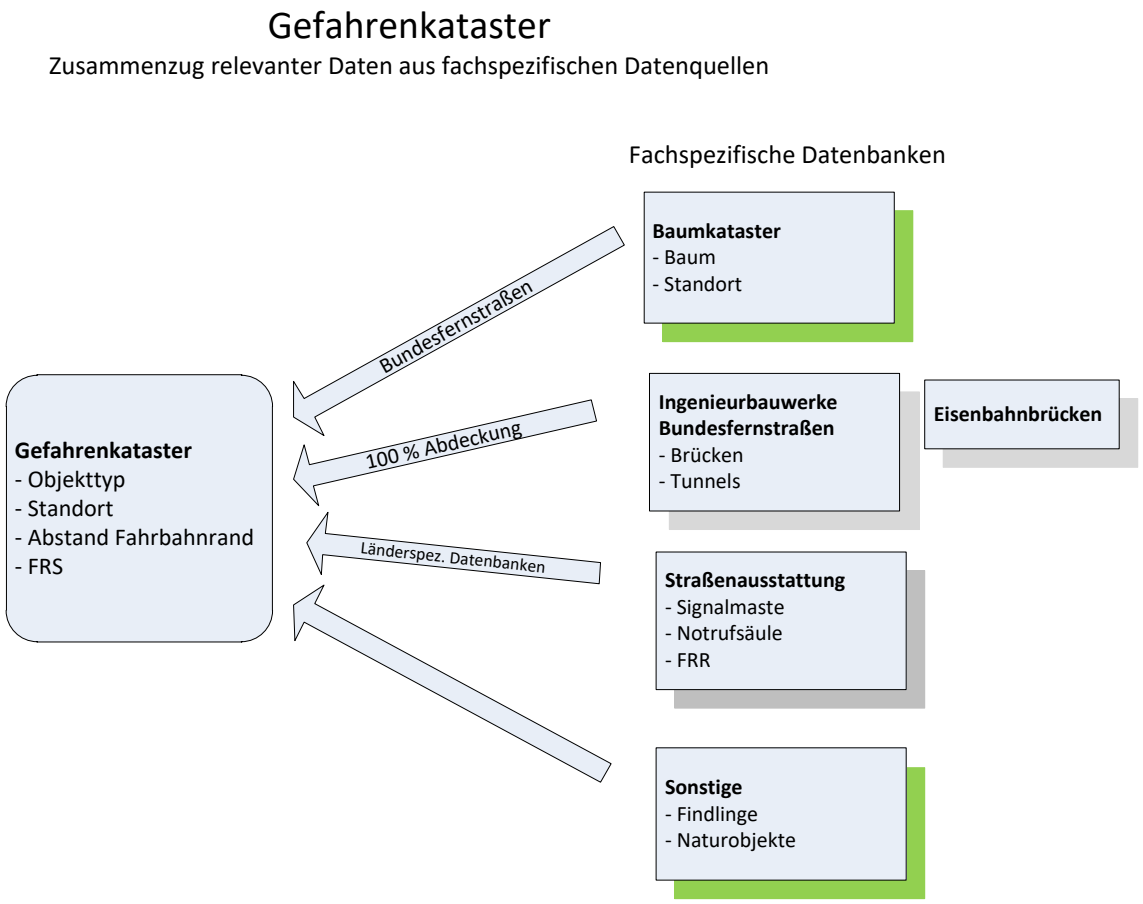


Bild 30: Datenquellen für ein Gefahrenkataster

10 Schlussbetrachtung, Fazit

Baumreihen und Alleen wurden schon seit mehreren hundert Jahren entlang wichtiger Verkehrswege gepflanzt, dienten als Orientierungshilfe, boten Schutz vor der Witterung und waren Holzlieferant (Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen 2016b). Alleen mit altem Baumbestand sind Lebensraum und Futterquelle für eine Vielzahl oft geschützter Tiere und Pflanzen (Bütler 2020). Als Migrationspfade und Trittsteinbiotope leisten sie einen wichtigen Beitrag für den Erhalt der Biodiversität (Oettel 2021). Alleen sind landschaftsprägende Elemente und ein Kulturgut, und sind aufgrund ihrer Bedeutung für unsere Umwelt und Natur auf Bundes- und Länderebene durch Gesetze und Verordnungen geschützt (Peters et al. 2022; BNatSchG 2023).

Ein beachtlicher Anteil der Bundesfernstraßen ist von Alleen gesäumt. Als bedeutender Teil der Verkehrsinfrastruktur Straße, welche die Hauptlast des Güter- und Personenverkehrs trägt, müssen Bundesfernstraßen leistungsfähig und sicher sein. Analysen zeigen, dass Unfälle mit einem Abkommen von der Fahrbahn in baumbestandenen Straßenabschnitten ohne FRS mit einem hohem Verletzungsrisiko einhergehen und ein Aufprall auf einen Baum durch ein besonders hohe Unfallschwere gekennzeichnet ist (Bakaba und Kühn 2009).

Um den kontroversen Nutzungs- und Schutzansprüchen der unterschiedlichen Interessengruppen entgegenzuwirken und den Alleenschutz mit der Straßenverkehrssicherheit zu vereinbaren, wurde 2016 die fraktionsübergreifende Parlamentsgruppe „Kulturgut Alleen“ gegründet (Göppel und Centgraf 2016). Für ein Alleenmanagement und zur Kontrolle von Maßnahmen zum Schutz, Erhalt und zur Förderung von Alleen fordert die Parlamentsgruppe das Erstellen eines bundesweiten Alleenkatasters.

Mit dem vorliegenden Forschungsprojekt wurde der Forderung ein bundesweit einheitliches Baumkataster zu implementieren nachgekommen, und ein Datenmodell für ein im Bundesinformationssystem Straße (BISStra) zu integrierendes Baumkataster erstellt.

Die Entwicklung des bundeseinheitlichen Baumkatasters ist ein Querschnittsprojekt, in welchem durch die Vernetzung von Informationen die Effizienz / Wirtschaftlichkeit verbessert und der Wissensstand erhöht wird. Das zu erstellende Datenmodell des Baumkatasters wurde aus einer übergeordneten Sicht betrachtet. Bei der Identifikation der Grundlagen wurden die Bereiche Verkehrssicherheit, Landschaftselement / Kulturgut, Schutzstatus und Schutzwürdigkeit, Umwelt, Natur und Ökologie mit vergleichbarer Intensität analysiert.

Der Stand von Wissenschaft und Technik zu Baumkatastern wurde in einer breit angelegten Literatursuche aufgearbeitet und im Hinblick auf die Zielsetzungen bewertet. Gezielt gesucht wurde nach Forschungsprojekten, Anwenderberichten und Erfahrungen im Aufbau und Betrieb von Baumkatastern, sowie nach Datenmodellen, Geodaten, Schnittstellen und technischen Lösungen.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen erfolgte eine Umfrage unter potentiellen Datenlieferanten, namentlich den Bundesländern, der Autobahn GmbH und Kommunen > 300.000 EW. Mittels Fragebogen wurde das Vorhandensein von Baumkatastern, deren Zielsetzung und technische Realisierung sowie konkrete Inhalte abgefragt. Basierend auf den Erkenntnissen der Literaturanalyse und der Umfrage, wurden die potentiellen Inhalte für ein bundesweit einheitliches Datenmodell zusammengetragen. Dieser Entwurf des Datenmodells wurde in einem Expertenworkshop vorgestellt und mit den Teilnehmenden der Bundesländer, der Autobahn GmbH sowie weiteren Beteiligten abgestimmt. Mit den Erkenntnissen des Workshops wurde ein logisches Datenmodell erstellt, in welchem die Inhalte thematisch gruppiert in Entitäten abgebildet sind und Relationen zwischen den Entitäten festgelegt wurden. In enger Abstimmung mit den BISStra-Fachverantwortlichen wurde die ASB-Konformität des Datenmodells hergestellt, um die Integration als eigenständige Fachschale im BISStra sicherstellen zu können. Mit dem Import von Testdaten aus drei Bundesländern wurde die Praxistauglichkeit des Datenmodells geprüft.

Im Gegensatz zu Baumkatastern, die primär der Dokumentation der Baumkontrolle dienen, wird mit dem bundesweiten Baumkataster eine übergeordnete Sicht auf Straßenbäume und Alleen verfolgt. Das im Rahmen des Forschungsprojektes entwickelte Datenmodell ist deshalb bewusst thematisch breit ausgelegt, in voller Kenntnis, dass gegenwärtig noch nicht alle Informationen von den Datenlieferanten bereitstellbar sind. Informationen aus den Bereichen Umwelt, Natur, Landschaftselement und Kulturgut, Schutzstatus und Schutzwürdigkeit werden ebenso berücksichtigt, wie Daten zur Baumkontrolle und zur

Straßenverkehrssicherheit. So konnte ein Datenmodell entwickelt werden, welches als eigenständige Fachschale im BISStra integriert und gepflegt werden soll.

Mittel- (2-5 Jahre) bis langfristig (>5 Jahre) ist anzustreben, dass alle Informationen bereitgestellt werden können. Gegebenenfalls sind die Länder mit geeigneten Programmen des Bundes dabei zu unterstützen (Bundesministerium für Umwelt et al. 2023; Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) 2023b).

- Aus den Baumkontrollen der Straßenbaulastträger zur Wahrung der Verkehrssicherungspflicht sind die grundlegenden Merkmale wie Baumart, Alter und Stammdurchmesser, sowie die Baumstandorte und ihre Abstände vom Fahrbahnrand bekannt. Die Daten sind von den meisten Datenlieferanten kurzfristig lieferbar.
- Umwelt- und naturrelevante Informationen werden gegenwärtig noch in geringem Umfang von wenigen Datenlieferanten erfasst. Die Identifikation von Habitatbäumen, die Aufnahme der darin lebenden Fauna und deren regelmäßiges Monitoring, erfordern ausgewiesene Fachpersonen, die zum gegenwärtigen Zeitpunkt vielfach nicht verfügbar sind. Die detaillierte Aufnahme umwelt- und naturrelevanter Informationen ist daher oft nur für einzelne Abschnitte, nicht aber für den gesamten Alleenbestand eines Bundeslandes möglich.
- Informationen zu Alleen als Landschaftselement und Kulturgut sind nur sehr begrenzt verfügbar, was auch darin begründet sein kann, dass bis heute keine bundeseinheitliche Alleendefinition existiert (Peters et al. 2022). Im Rahmen des Projekts wurde daher ein Vorschlag zu einer Alleendefinition entwickelt, die auf objektiven, transparenten Kriterien basiert und GIS-technisch leicht umsetzbar ist.
- Das Datenmodell des Baumkatasters berücksichtigt Fahrzeugrückhaltesysteme (FRS). Bei den Straßenbaulastträgern sind die Zuständigkeiten für die Baumkontrolle und die Straßeninfrastruktur (FRS) getrennt. Informationen zu FRS sind deshalb nur in Ausnahmefällen mit den Baumkatasterdaten lieferbar.
- Eine Unbekannte bei Datenlieferungen ist gegebenenfalls die Vollständigkeit, weniger im Hinblick auf die Attribute als bezüglich der vollständigen Erfassung aller Bäume im Straßenseitenraum. Ein Aspekt, den es für Sicherheitsanalysen zu berücksichtigen gilt.

Mit dem in BISStra zu implementierende Baumkataster ist erstmals eine bundesweit einheitliche Datengrundlage zu Straßenbäumen an Bundesfernstraßen verfügbar, die sowohl umwelt- und naturbezogene Informationen als auch Informationen zur Straßenverkehrssicherheit enthält. Daten von Land- und Kreisstraßen könnten zukünftig im gleichen Datenmodell erfasst werden.

Auch wenn die Daten noch in unterschiedlicher Tiefe erhoben werden, könnte auf der Grundlage eines entsprechend gefüllten Baumkatasters bereits ein breites Spektrum an Analysen und Monitoring-Aufgaben durchgeführt werden. Beispiele für ein Monitoring sind die geographische Verteilung der Baumarten sowie ihr Alter und Gesundheitszustand, die Auswirkungen des Klimawandels (Trockenheit, veränderte Niederschlagsverteilung), der Anteil Habitatbäume und, wenn bekannt, Angaben zur bewohnenden Fauna. Fragen zur Entwicklung neuer Baumarten und ihrer Resistenz gegenüber Umwelteinflüssen könnten ebenso beantwortet werden wie der Anteil an FFH-Lebensräumen und deren Verteilung in baumbestandenen Straßenabschnitten.

Das von der Parlamentsgruppe geforderte Alleenmanagement bedingt eine aktuelle, einheitliche Übersicht der Alleen in Deutschland, welche das implementierte und zu befüllende Baumkataster bereitstellen würde. Die übergeordnete Sicht des Alleenmanagements bedarf, ergänzend zu den bereits erwähnten umwelt- und naturrelevanten Informationen, das Erfassen von Merkmalen der Alleen als Landschaftselement und Kulturgut. Hier besteht noch Handlungsbedarf betreffend einer einheitlichen Erfassungsmethodik.

Eine bundesweite einheitliche Alleendefinition existiert bisher nicht (Peters et al. 2022, S. 4). Im Kontext des Forschungsprojektes wird eine Definition der Begriffe „Allee“ und „Baumreihe“ vorgeschlagen, die auf objektiven Kriterien basiert, und mit den vorhandenen Daten GIS-technisch einfach umzusetzen ist. Bestimmende Größen sind die minimale Länge einer Allee, Baumabstände, Lücken und Grad der Ausdünnung. Subjektive beschreibende Eigenschaften wie homogenes Aussehen bleiben unberücksichtigt. Die minimale Länge von 100 m berücksichtigt die Alleendefinitionen einzelner Bundesländer. Der in einer Baumreihe maximal zulässige Abstand der Bäume zueinander ist eine pragmatische Größe, die von der maximalen Wuchshöhe der Baumart bestimmt wird.

Ergänzend zu dieser technischen Alleendefinition wird eine „historische“ Alleendefinition skizziert. Um entsprechende Bereiche zu identifizieren, müssen in einem ersten Schritt aus historischen Karten und Plänen die Standorte der ursprünglichen Alleen ermittelt werden. In einem zweiten Schritt wird geprüft, welche Bäume von der historischen Allee noch vorhanden sind. „Historische“ Alleen könnten so im Alleenmanagement berücksichtigt werden.

Mit den Baumstandorten, den Abständen der Bäume zueinander und zum Fahrbahnrand, sowie dem Stammdurchmesser stehen wichtige Eingangsgrößen für die netzweite Sicherheitsbewertung im Sinne der EU-Direktive RL 2019/1936 zur Verfügung (EP & RAT EU 2019a).

Mit den Daten des Baumkatasters in Verbindung mit der abzustimmenden Alleendefinition kann das Straßenbegleitgrün nach problemspezifischen Kriterien typisiert werden. Die Typisierung der Straßenbäume kann als Eingangsgröße für Unfallanalysen genutzt werden und ermöglicht die bessere Vergleichbarkeit von Resultaten (Schreck-von Below 2021, S. 135). Auch Maßnahmen der Bundesländer zur Vermeidung von Unfällen auf baumbestandenen Straßen und deren Auswirkungen auf das Unfallgeschehen lassen sich bundesweit analysieren. Unter Beizug von Unfalldaten können Wirkungsanalysen durchgeführt werden.

Die skizzierten Nutzungsmöglichkeiten bedingen, dass das Baumkataster an Bundesfernstraßen kontinuierlich befüllt und einen möglichst aktuellen Stand aufweist. Seitens der Forschungsnehmenden wird daher eine jährliche Aktualisierung empfohlen, da Bäume an Straßen als dynamische Objekte zu verstehen sind, an denen sich in kürzerer Zeit grundlegende Änderungen ergeben können.

Ortsfeste, nicht verformbare Hindernisse im Straßenseitenraum ohne Schutzeinrichtungen stellen für die Verkehrsteilnehmenden, wenn sie von der Fahrbahn abkommen, eine ähnliche Unfallgefährdung mit erhöhtem Verletzungsrisiko dar, wie es Bäume tun. Gemäß RPS 2009 gelten auch Ingenieurbauwerke (Tunnelportale, Brücken, einsturzgefährdete Bauwerke) sowie Objekte der Straßeninfrastruktur (Notrufsäulen, Masten und Pfeiler) als Hindernisse (BASt 2020, S. 4–5). Stütz- und Lärmschutzbauwerke können je nach Ausgestaltung ebenfalls Hindernisse darstellen.

Für netzweite Sicherheitsanalysen und zur Gefahrenprävention sind die Standorte und Eigenschaften dieser ungeschützten Hindernisse sowie Informationen zur Topographie (Böschungen) wichtige Eingangsgrößen, die nach Möglichkeit in einem aufzubauenden Gefahrenkataster vorgehalten werden sollten.

Informationen zu Ingenieurbauwerken sind bereits digital vorhanden, alle prüfrelevanten Bauwerke an Bundesfernstraßen werden in einem System SIBBW (Straßeninformationsbank Bauwerke) geführt. Objekte der Straßeninfrastruktur (Signalmasten, Notrufsäulen, etc.) führen die Straßenbaulastträger in ihren Straßeninformationssystemen. Informationen zur Topographie (Böschungen) sind ebenfalls flächendeckend digital vorhanden.

Für den Aufbau eines Gefahrenkatasters ist ein Datenmodell zu konzipieren und es sind Schnittstellen zu entwickeln, um die vorhandenen digitalen Daten aus den genannten Quellen zusammenzutragen, zu homogenisieren und problemspezifisch bereitzustellen. Werden die technischen Objekte der Straßeninfrastruktur zukünftig vermehrt im BIM geführt (Bundesministerium für Digitales und Verkehr (BMDV) 2023a) vereinfacht dies gegebenenfalls die Entwicklung der Schnittstellen.

Mit weiteren Forschungsvorhaben lassen sich die Daten des Baumkatasters in Wert setzen und ihr Informationsgehalt erweitern. Zu prüfen sind insbesondere Anwendungen der Künstlichen Intelligenz (KI).

- Charakterisierung von Alleen mittels KI, DeepLearning: Die Alleendefinitionen der Bundesländer beschreiben Alleen als homogene Baumreihen mit einheitlichem Erscheinungsbild (Bäume gleicher Art, gleichen Alters und mit einheitlichen Abständen zueinander und zum Fahrbahnrand). Alleen werden von Fachpersonen aufgrund dieser „weichen“ Kriterien ausgeschieden. Auf der Grundlage des Baumkatasters wären KI-gestützte Methoden geeignet, Alleen nach vorgegebenen Kriterien, respektive der vorgeschlagenen Alleendefinition, bundesweit einheitlich festzulegen. Ein solches Projekt könnte auch im europäischen Kontext lanciert werden.
- Identifikation von Straßenabschnitten mit hohem Naturwert: Die Erfassung natur- und umweltrelevanter Informationen ist zeitintensiv und erfordert geschultes Fachpersonal. Dies gilt insbesondere für die Erfassung von Habitatbäumen. Mit den personellen und finanziellen Ressourcen der Länder können nur wenige Abschnitte detailliert analysiert werden. Mit KI-gestützten Methoden könnten aufgrund der Charakteristiken analysierter Abschnitte ähnliche Abschnitte identifiziert werden, die dann eingehender von

Fachpersonen vor Ort betrachtet werden. Fachpersonen könnten effizient eingesetzt und Streuverluste vermieden werden.

- Sektorübergreifende Forschung zur Bedeutung der Straßenbäume für Umwelt, Natur, Klimawandel, Biodiversität und Baumgesundheit: Das Baumkataster stellt geographisch und inhaltlich eine umfangreiche, aktuelle Datenbasis zu Bäumen bereit, die prädestiniert ist, umwelt- und naturrelevante Fragestellungen gemeinsam mit Forschungsanstalten und Organisationen anzugehen. Das Zusammenführen spezifischer Kenntnisse der unterschiedlichen Akteure liefert Erkenntnisse für den Erhalt und den Ausbau der Alleen und beantwortet Fragen zur Umweltleistung und zur Bedeutung für die Landschaft.

Literaturverzeichnis

(2005). Straßenbäume, Standortbedingungen. Staatl. Fachschule für Agrarwirtschaft. Landshut. Online verfügbar unter https://www.fachschule-gartenbau.de/files/skripten/gruwi-strasse.pdf (abgerufen am 24.04.2023).

(2016). Alleenschutz sichern - RPS 2009 anpassen. Umweltministerkonferenz. Berlin. Online verfügbar unter https://mdb.goeppel.de/fileadmin/template/goeppel/user_upload/Texte/2016/160617_UMK_Beschluss.pdf (abgerufen am 15.09.2023).

(2023). Alleenschutz. Online verfügbar unter https://www.sdw.de/fuer-den-wald/aktivitaeten-im-wald/alleenschutz (abgerufen am 30.10.2023).

(2023). BNatSchG. Bundesnaturschutzgesetz - Gesetze des Bundes und der Länder. Online verfügbar unter https://www.lexsoft.de/cgi-bin/lexsoft/justizportal_nrw.cgi?t=16977013811430610 8&sessionID=16350354301417899679&templateID=document&source=htilist&chosenIndex=Dummy_nv_68&xid=3810431,1,20230201&highlighting=on&hlt=#hlt_ank (abgerufen am 19.10.2023).

(2023). Historische Verkehrswege der Schweiz. Online verfügbar unter https://www.enhk.admin.ch/de/themen/historische-verkehrswege-der-schweiz (abgerufen am 30.10.2023).

(2023). Naturschutzgesetz des Landes Sachsen-Anhalt (NatSchG LSA). Landesrecht Sachsen-Anhalt. Online verfügbar unter https://www.lexsoft.de/cgi-bin/lexsoft/justizportal_nrw.cgi?t=169478752647342972&sessionID=5893686041211488536&templateID=document&source=lawnavi&chosenIndex=Dummy_nv_68&xid=4197556,1 (abgerufen am 15.09.2023).

(2023). OKSTRA - Ein Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen. Online verfügbar unter https://www.okstra.de/ (abgerufen am 01.03.2023).

(2023). TT-SIB® INFOSYS – NOVASIB GmbH. Online verfügbar unter https://www.novasib.de/?page_id=5098 (abgerufen am 17.04.2023).

(2023). Unterfahrschutz MOTO-PROTECT für Motorradfahrer. Online verfügbar unter https://www.kaufmann-ag.ch/deutsch/leitplanken_unterfahrschutz.html (abgerufen am 18.10.2023).

Académie des Sciences Morales et Politiques (2023). Académie des Sciences Morales et Politiques. Online verfügbar unter https://academiesciencesmoralesetpolitiques.fr/ (abgerufen am 31.10.2023).

ADAC (2024). Erhebliche Gefahr durch Ablenkung. Online verfügbar unter https://presse.adac.de/meldungen/adac-ev/verkehr/gegen-ablenkung-fuer-das-leben.html (abgerufen am 15.03.2024).

Alleenschutzgemeinschaft e. V. (2023). Die ASG - Anwältin für unsere Alleen. Alleenschutzgemeinschaft e. V. Online verfügbar unter https://www.alleenschutzgemeinschaft.de/index.php (abgerufen am 14.04.23).

Ancient Tree Forum (2015). Ancient Tree Forum. Online verfügbar unter https://www.ancienttreeforum.org.uk/ (abgerufen am 30.10.2023).

Association pour la Protection des Arbres en bord des Routes (2007). Arbres et Routes ASPPAR - Arbres - Protection. Online verfügbar unter https://asppar.org/arbres-et-routes/ (abgerufen am 17.04.2023).

Bakaba, Jean Emmanuel/Kühn, Matthias (2009). Unfallforschung kompakt. Bekämpfung von Baumunfällen auf Landstraßen. Berlin. 13.

Bakaba, Jean Emmanuel/Lippold, Christian (2021). Evaluation von Länderprogrammen gegen Baumunfälle. Unfallforschung der Versicherer. Unfallforschung kompakt Nr. 108.

Bannas, Lea (2024). Wespenbussard - Pernis apivorus. Artensteckbrief. Bundesamt für Naturschutz. Online verfügbar unter https://www.bfn.de/artenportraits/pernis-apivorus (abgerufen am 13.03.2024).

Bannas, Lea/Löffler, Jörg/Riecken, Uwe (2017). Die Umsetzung des länderübergreifenden Biotopverbunds. Rechtliche, strategische, planerische und programmatische Aspekte. Bonn-Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz.

BayernAtlas (2024). BayernAtlas. Bayrisches Ministerium der Finanzen und für Heimat. Online verfügbar unter https://geoportal.bayern.de/bayernatlas/?lang=de&topic=ba&catalogNodes=11&bgLayer=atkis&layers=9ca7fd8b-50c9-4e77-b2de-12d42df6868c&E=635393.40&N=5347823.42&zoom=9 (abgerufen am 24.10.2023).

Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (2022). Statusbericht Biotopverbund 2022. Bayrisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz.

Beratungsstelle für Unfallverhütung (2023). MEVASI. Massnahmenevaluation Verkehrssicherheit. Online verfügbar unter https://www.bfu.ch/de/dossiers/strasseninfrastruktur-signalisation (abgerufen am 20.10.2023).

Berthold, Dietmar (2016). Automatische Detektion von Straßenbäumen in Laserpunktwolken. GIS-Forum 2016. Online verfügbar unter https://www.gdi-sachsen.de/files/gdi/gis-forum/2016/forum-vortraege/17_Berthold_Lehmann_Partner_Laser.pdf (abgerufen am 24.04.2023).

BFU (2023). Schon ein Glas Alkohol benebelt die Sinne. Online verfügbar unter https://www.bfu.ch/de/die-bfu/kampagnen/alkohol (abgerufen am 15.03.2024).

BRD (2017). Gesetz zur Änderung des Grundgesetzes - BGBl. I 2017 S. 2347. Online verfügbar unter https://dejure.org/BGBl/2017/BGBl._I_S._2347 (abgerufen am 27.10.2023).

Brunner, Michel (Hg.) (2017). Alleen der Schweiz. Zürich, AS Verlag.

Bundesamt für Kartographie und Geodäsie. Geodatenportal für Deutschland (GDI-DE). Online verfügbar unter https://www.geoportal.de/.

Bundesamt für Strassen ASTRA (Hg.) (2010). Hindernisfreier Verkehrsraum – Anforderungen aus Sicht von Menschen mit Behinderung. Bundesamt für Strassen ASTRA. Bern. Online verfügbar unter https://hindernisfreie-architektur.ch/wp-content/uploads/2016/09/HindernisfreierVerkehrsraum1308.pdf.

Bundesanstalt für Straßenwesen (2020a). Leitfaden für Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz an Landstraßen. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch Gladbach.

Bundesanstalt für Straßenwesen (2020b). Einsatzempfehlungen für Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS 2009). Bundesanstalt für Straßenwesen. Online verfügbar unter https://www.bast.de/DE/Publikationen/Regelwerke/Verkehrstechnik/Downloads/V4-Einsatz-Rueckhaltesysteme.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (abgerufen am 31.08.2023).

Bundesanstalt für Straßenwesen (2020c). Leitfaden für Sonderlösungen zum Baum- und Objektschutz an Landstraßen. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch-Gladbach.

Bundesanstalt für Straßenwesen (2020d). Anleitung zur Manuskriptbearbeitung.

Bundesanstalt für Straßenwesen (2022). Technische Übersichtsliste für Fahrzeug-Rückhaltesysteme in Deutschland. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch Gladbach. Online verfügbar unter https://www.bast.de/DE/Verkehrstechnik/Qualitaetsbewertung/Listen/pdf/uebersicht-frs-03-03-2022.pdf?__blob=publicationFile&v=2 (abgerufen am 27.10.2023).

Bundesanstalt für Straßenwesen (2024). Maßnahmenkatalog gegen Unfallhäufungen (MaKaU). Online verfügbar unter https://makau.bast.de/ (abgerufen am 24.04.2024).

Bundesanstalt für Straßenwesen (Hrsg.) (2024). BASt Brückendaten. Interaktive Karte. Online verfügbar unter https://via.bund.de/bast/br/map/ (abgerufen am 26.01.2024).

Bundesministerium des Inneren (2023). Unfallstatistik 2022. Online verfügbar unter https://www.bmi.gv.at/202/Verkehrsangelegenheiten/unfallstatistik_vorjahr.aspx (abgerufen am 31.10.2023).

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2016). Bekanntmachung der Richtlinie zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Rahmen des „Innovationsprogramm Straße“. Online verfügbar unter https://www.bast.de/DE/BASt/Forschung/Forschungsfoerderung/Downloads/Foerderrichtlinie-Innovationsprogramm-Strasse.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (abgerufen am 16.05.2023).

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2018). ASB Anweisung Straßeninformationssystem, Kernsystem. Kernsystem 2.04. Bundesministerium für Digitales und Verkehr. 2.04. (abgerufen am 15.09.2023).

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2022). BMDV - Brückenkarte. Online verfügbar unter https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/brueckenkarte.html (abgerufen am 26.01.2024).

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2023). BMDV - Verkehrssicherheitsprogramm 2021 bis 2030. Online verfügbar unter https://www.bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StV/Verkehrssicherheit/verkehrssicherheitsprogramm-2021-bis-2030.html (abgerufen am 15.09.2023).

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (2023b). BMDV - Masterplan für die Digitalisierung im Bundesfernstraßen-Bau. Bundesministerium für Digitales und Verkehr. Online verfügbar unter https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/masterplan-bim-bundesfernstrassen.html (abgerufen am 02.09.2023).

Bundesministerium für Digitales und Verkehr (Hrsg.) (2017). BMDV - Brücken und Tunnel. Online verfügbar unter https://bmdv.bund.de/SharedDocs/DE/Artikel/StB/uebersicht-bruecken-tunnel.html (abgerufen am 26.01.2024).

Bundesministerium für Umwelt/Naturschutz/nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz/www.bmuv.de (2023). Das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK) der Bundesregierung in Kürze. Online verfügbar unter https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/ank_kurzfassung_bf.pdf (abgerufen am 07.12.2023).

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010a). Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS 2009) und Einsatz - freigabeverfahren für Fahrzeug-Rückhaltesysteme. FGSV_343_ARS_28_2010.

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (2010b). Vorgezogene naturschutzrechtliche Maßnahmen im Straßenbau und deren Finanzierung. Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung. Online verfügbar unter https://fgsv-verlag.de/pub/media/pdf/ARS_11_2010_vom_14072010.pdf.

Bütler, Rita (2020). Habitatbäume kennen, schützen und fördern. Merkblatt für die Praxis 64.

Carneios GmbH (2023). Austauschformat für Baumkataster. Carneios GmbH. Berlin. 1.03. Online verfügbar unter https://www.bev.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Downloads/baumkataster.pdf?__blob=publicationFile&v=6 (abgerufen am 17.04.2023).

Dahmen-Zimmer, K./Zimmer, A (1997). Situationsbezogene Sicherheitskenngrößen im Straßenverkehr. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Straßenwesen M 78.

DB Netze (2023). Brückenkarte. DB Netze. Online verfügbar unter https://bruecken.deutschebahn.com/br%C3%BCckenkarte (abgerufen am 26.01.2024).

Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abt. Tiefbau (Hg.) (2021). Sicht im Strassenraum. Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abt. Tiefbau. Online verfügbar unter https://www.wegenstetten.ch/_docn/4173541/Sicht_im_Strassenraum_-_Erlauterungen.pdf (abgerufen am 05.12.2023).

Deublein, Markus/Hafsteinsson, Helgi/Frey, Martin/Dettling, Marcel/Meier, Lukas/Kalisch, Markus (2018). Statistische Analyse von Unfallzahlen. Online verfügbar unter http://www.mobilityplatform.ch.

Deutscher Bundestag (2018). Zuständigkeiten für Bundesstraßen. Konzeption, Planung, Bau und Änderung. WD 5: Wirtschaft und Verkehr, Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. WD 5 -

3000 -077/18. Online verfügbar unter https://www.bundestag.de/resource/blob/564570/69545a18fd7b23c5d82bfcf1228d370f/wd-5-077-18-pdf-data.pdf (abgerufen am 23.10.2023).

Deutscher Verkehrssicherheitsrat (2016). Bekämpfung von Baumunfällen auf Landstraßen. Beschluss vom 24. Mai 2016 auf der Basis einer Empfehlung des Vorstandsausschusses Verkehrstechnik. Online verfügbar unter https://www.dvr.de/ueber-uns/beschluesse/bekaempfung-von-baumunfaellen-auf-landstrassen (abgerufen am 21.09.2023).

Deutscher Verkehrssicherheitsrat (2020). Baumunfälle. Vision Zero. Keiner kommt um. Alle kommen an. Deutscher Verkehrssicherheitsrat. Online verfügbar unter https://www.dvr.de//publikationen/schriftenreihe-22-baumunfaelle (abgerufen am 23.03.2023).

Deutscher Verkehrssicherheitsrat (2024). Nur nüchtern ist sicher. Online verfügbar unter https://www.runtervomgas.de/interaktion-und-videos/alle_inhalte/nur-nuechtern-ist-sicher/ (abgerufen am 18.03.2024).

Dietz, Markus/Dujesiefken, Dirk/Kowol, Thomas/Reuther, Janina/Rieche, Thomas/Wurst, Claus/Jessel, Beate/Baumgarten, Heiner (2019). Artenschutz und Baumpflege. 2. Aufl. Braunschweig, Haymarket Media.

Dodelin, Benoît/Gaudet, Simon/Fantino, Guillaume (2017). Spatial analysis of the habitat and distribution of Osmoderma eremita (Scop.) in trees outside of woodlands. Nature Conservation 19, 149–170. https://doi.org/10.3897/natureconservation.19.12417.

Dujesiefken, Dirk (2019). Stand der Überarbeitung der neuen FLL-Baumkontrollrichtlinien. Tagungsbeitrag 15. Alleentag. Online verfügbar unter https://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/fileadmin/mv/PDF/Alleen/Tagungsbeitraege/2019/05_Dr._Dujesiefken_Baumkontrollrichtlinien.pdf (abgerufen am 15.04.2023).

Dujesiefken, Dirk (2022a). Hinweise für eine baumbiologisch orientierte und schonende Baumpflege auf Basis des CODIT-Prinzips. Tagungsbeitrag zum 17. BUND Alleentag. Online verfügbar unter https://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/fileadmin/mv/PDF/Alleen/Tagungsbeitraege/2022/Tagungsbeitraege_2022_fuer_online/04_Dirk_Dujesiefken_kleiner.pdf (abgerufen am 15.04.2023).

Dujesiefken, Dirk/Amtage, Thomas/Streckenbach, Markus (Hg.) (2023). Jahrbuch der Baumpflege 2023. Yearbook of Arboriculture. Gesamtregister 1997 - 2023. Braunschweig, Haymarket Media.

Dujesiefken, Dirk/Liese, Walter (2022). Das CODIT-Prinzip. Baumbiologie und Baumpflege.

Dujesiefken, Katharina (2022b). Alleenschutz in Mecklenburg-Vorpommern - Erfolge und Probleme.

Dujesiefken, Katharina/Wilitzki, Annemarie/Kraack, N. (2022). Forschungsprojekt „Alleen als schützenswerte Landschaftselemente". Bundesweite Erfassung und Sicherung von Alleen“ (2019-2022).

Eisenbahn-Bundesamt (Hg.) (2023). Forschungsprojekt Verkehrsnebenflächen. Ausschreibung. Eisenbahn-Bundesamt. Bonn.

Ellenberg, Heinz/Leuschner, Christoph (2010). Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. In ökologischer, dynamischer und historischer Sicht; 203 Tabellen. 6. Aufl. Stuttgart, Ulmer.

EP & RAT EU (2019). Richtlinie (EU) 2019/1936 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2019 zur Änderung der Richtlinie 2008/96/EG über ein Sicherheitsmanagement für die Straßenverkehrsinfrastruktur. Europäisches Parlament und der Rat der Europäischen Union. Amtsblatt der Europäischen Union. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L1936 (abgerufen am 30.03.2023).

Europäische Union (2024). INSPIRE - Geoportal. Welcome to the INSPIRE Geoportal. Online verfügbar unter https://inspire-geoportal.ec.europa.eu/ (abgerufen am 20.03.2024).

Ewald, Klaus C. (1978). Der Landschaftswandel. Zur Veränderung schweizerischer Kulturlandschaften.

Ewald, Klaus C./Klaus, Gregor (2010). Die ausgewechselte Landschaft. Vom Umgang der Schweiz mit ihrer wichtigsten natürlichen Ressource. 2. Aufl. Bern/Stuttgart/Wien, Haupt.

FGSV (2006). Empfehlungen zum Schutz vor Unfällen mit Aufprall auf Bäume (ESAB 2006). Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. Köln.

FGSV (Hg.) (2009). Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme (RPS). 2009. Aufl. Köln, FGSV.

Fisa Systemtechnik GmbH (2023). Software Straßenbäume. Online verfügbar unter https://www.fisa-systemtechnik.de/software/strassenbaeume (abgerufen am 21.04.2023).

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (2024). Handbuch für die Bewertung der Verkehrssicherheit von Straßen – HVS. FGSV-Verlag. Köln. Entwurf des Arbeitsausschuss A2.13, bisher unveröffentlicht.

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. (Hg.) (2003). Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen – ESN. FGSV-Verlag. Köln.

Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL) (Hg.) (2017). Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Baumpflege. ZTV-Baumpflege. 6. Aufl. Bonn, Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL).

Forschungsgesellschaft Straße - Schiene - Verkehr (Hrsg.) (2022). Schutz vor Unfällen mit ortsfesten Objekten auf Freilandstraßen. Online verfügbar unter http://www.fsv.at/cms/start-liste.aspx?ID=56727eb2-f47a-4142-844f-fd1e0bf110de&Art=3&ID2=ece81ab7-c667-422f-81a9-06fed487d185 (abgerufen am 31.10.2023).

Föry, Désiréé (2014). Herr der Jahrringe. Neue Zürcher Zeitung NZZ.

GALK e.V. (2023b). Leitfaden Baumkataster. Leitfaden für den Aufbau und die Fortschreibung eines digitalen Baumkatasters. Deutsche Gartenamtsleiterkonferenz. Online verfügbar unter http://baumkataster.galk.de/ (abgerufen am 20.10.2023).

GALK e.V. (Hrsg.) (2023). GALK Straßenbaumliste. Online verfügbar unter http://strassenbaumliste.galk.de/ (abgerufen am 24.04.2023).

Geiser, Remigius (1999). Die Hellbrunner Allee am Scheideweg. Natur und Land 85 (4/5), 17–18. (abgerufen am 25.09.2023).

Göppel, Josef (2023). Parlamentsgruppe Kulturgut Alleen. Online verfügbar unter https://mdb.goeppel.de/neuigkeiten/nachricht/article/kulturgut-al-1.html (abgerufen am 16.05.2023).

Göppel, Josef/Centgraf, S (2016). Kulturgut Alleen für die Zukunft erhalten. Online verfügbar unter https://mdb.goeppel.de/fileadmin/template/goeppel/user_upload/Texte/2016/160908_Beschluss_Parlamentsgruppe_Kulturgut_Alleen.pdf (abgerufen am 15.09.2023).

Heinrich, S/Pöppel-Decker, M/Schönebeck, S/Ulitusch, M (2010). Unfallgeschehen auf Landstraßen – Eine Auswertung der amtlichen Straßenverkehrsunfallstatistik. Bergisch Gladbach. Schriftenreihe der Bundesanstalt für Straßenwesen Heft M 209.

Hersche, Bruno (2024). Zahlreiche ungeschützte Hindernisse an den Strassen. Online verfügbar unter https://www.hersche.at/php/zahlreiche_ungeschuetzte_hindernisse_an_den_strassen,11695,3942.html (abgerufen am 26.01.2024).

Höhne, Andreas (2023). Geoportal Baden-Württemberg. Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg. Online verfügbar unter https://www.geoportal-bw.de/#/(sidenav:karten) (abgerufen am 20.09.2023).

Hoppe, Ansgar (2011). Die Bedeutung historischer Kulturlandschaftselemente für die Strukturvielfalt und Biodiversität von Landschaften. Berichte der Reinhold -Tüxen-Gesellschaft eV. 23, 150–163.

IGN Paris (2023). Geoportal Frankreich. Online verfügbar unter https://www.geoportail.gouv.fr/carte?c=3.2900423647731154,46.2508411608691&z=15&l0=GEOGRAPHICALGRIDSYSTEMS.PLANIGNV2::GEOPORTAIL:OGC:WMTS(0.15)&l1=TRANSPORTNETWORKS.ROADS::GEOPORTAIL:OGC:WMTS(1)&l2=hedge.hedge::GEOPORTAIL:OGC:WMTS(0.8)&permalink=yes (abgerufen am 21.04.2023).

interactive instruments GmbH (2023). OKSTRA. Online verfügbar unter https://www.okstra.de/ (abgerufen am 10.04.2023).

IT-Ko FG ASB (2018a). ASB_2.04_Umwelt_und_Natur. Segment: Umwelt und Natur. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (abgerufen am 19.03.2024).

IT-Ko FG ASB (2018b). ASB Anweisung Straßeninformationssystem. Straßenausstattung 2.04. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur.

IT-Ko FG ASB (2019). ASB_2.04_Datenqualität. Segment Datenqualität. Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur. (abgerufen am 19.03.2024).

Jeschke, Roland (2019). Pflanzfehler und abiotische Schäden bei Jungbaumpflanzungen. Tagungsbeitrag des 15. Alleentages. Online verfügbar unter https://www.bund-mecklenburg-vorpommern.de/fileadmin/mv/PDF/Alleen/Tagungsbeitraege/2019/04_Roland_Jeschke_Pflanzfehler_und_abiotische_Schaeden_an_Jungbaeumen.pdf (abgerufen am 15.04.2023).

Kathmann, Thorsten/Heel, Emanuel von/Schimmelpfennig, Peter/Reglitz, Gerrit/Kammel, Christian/Goergen, Volker (2023). Kriterien für die Beurteilung des Gefährdungspotenzials für Motorradfahrer durch scharfkantige Konstruktionsteile in Fahrzeug-Rückhaltesystemen.

König, D. (2004). Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen. Vorschlag zur Fortschreibung des Baums. OKSTRA. Online verfügbar unter https://www.okstra.de/docs/n-dokumente/n0059.pdf (abgerufen am 11.04.2023).

Kuratorium Nationalerbe-Bäume (2023). Für den Schutz alter Bäume in Deutschland. Kuratorium Nationalerbe-Bäume. Online verfügbar unter https://nationalerbe-baeume.de/ (abgerufen am 30.10.2023).

Land Brandenburg (2021). Selektion, Prüfung und Abzucht von Wurzelgeflechten und klimanagepassten Straßen- und Alleebaumsorten für die Baumschulproduktion. Trees4Streets. Land Brandenburg.

Landesamt für Straßenbau und Verkehr MV (2024). Alleen in Mecklenburg-Vorpommern. Online verfügbar unter https://www.strassen-mv.de/umweltschutz/alleen/?racr=a (abgerufen am 27.03.2024).

Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2020). Straßenbäume im ländlichen Raum. Pflanzempfehlungen für straßenbegleitende Baumreihen und Alleen. Online verfügbar unter www.lfulg.sachsen.de.

Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg (2023). Alleen. Online verfügbar unter https://www.ls.brandenburg.de/ls/de/planen/umwelt/alleen/# (abgerufen am 21.09.2023).

Landschaftsübereinkommen des Europarates.

Landtag Brandenburg (2007a). Konzeption der Landesregierung zur Entwicklung von Alleen an Bundes- und Landesstraßen in Brandenburg. Konzeption der Landesregierung. Online verfügbar unter https://www.parlamentsdokumentation.brandenburg.de/starweb/LBB/ELVIS/parladoku/w4/drs/ab_5100/5133.pdf (abgerufen am 10.05.2023).

Landtag Brandenburg (2007b). Evaluierung der Konzeption zur Entwicklung von Alleen an Bundes- und Landesstraßen in Brandenburg aus dem Jahr 2007. Bericht der Landesregierung.

Landtag von Sachsen-Anhalt (2015). Alleenschutz in Sachsen Anhalt.

Lehmann, Ingo (Hg.) (2006). Alleen in Deutschland. Bedeutung, Pflege, Entwicklung. Leipzig, Ed. Leipzig.

Leichtle, Tobias/Zehner, Markus/Kühnl, Marlene/Martin, Klaus/Taubenböck, Hannes (Hg.) (2021). Urban Trees - Detection, Delineation, Quantification, and Characterisation based on VHR Remote Sensing, REAL CORP 2021, 7-10.09.2021.

Lippold, Christian/Schulz, Ralph (Hg.) (2009). Einfluss der Straßenseitenraumbepflanzung auf Fahrverhalten und Verkehrssicherheit. Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben FE 82.296/2005 des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Bremerhaven, Wirtschaftsverlag N.W. Verlag für neue Wissenschaft.

LISt GmbH, Kommunikation und Öffentlichkeitsarbeit, Referat (2017). FIS-Baum – Fachinformationssystem Straßenbäume - LISt Gesellschaft für Verkehrswesen und ingenieurtechnische Dienstleistungen mbH - sachsen.de. Online verfügbar unter https://www.list.sachsen.de/fis_fisbaum.html (abgerufen am 21.04.2023).

Löwer, Hans (2021). Baumkataster und Baumkontrolle, 53.

Mädlow, Wolfgang (2022). Letzte Chance für Brandenburgs Alleen? NABU Brandenburg. Online verfügbar unter https://brandenburg.nabu.de/imperia/md/content/brandenburg2/nm_2022_3_sp__tbl__her_seite20__2_.pdf (abgerufen am 09.05.2023).

Maier, R/Berger, R/Schüller, H/Heine, A (2013). Bewertungsmodell für die Verkehrssicherheit von Straßen. Bundesanstalt für Straßenwesen. Online verfügbar unter https://www.bast.de/DE/Publikationen/Berichte/unterreihe-v/2014-2013/v226.html (abgerufen am 26.10.2023).

Meewes, V (2001). Abstand von Bäumen zum Fahrbahnrand – Teil 1: Aufprallgeschwindigkeiten, Unfälle und Unfallfolgen von Baumunfällen. Institutes für Straßenverkehr des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. Köln. Mitteilung Nr. 39.

MEIL/MLUV (2015). Schutz, Pflege und Neuanpflanzung von Alleen und einseitigen Baumreihen in Mecklenburg-Vorpommern. Alleenerlass – AlErl M-V. Schwerin. Amtsblatt für Mecklenburg-Vorpommern. Online verfügbar unter https://www.landtag-mv.de/fileadmin/media/Dokumente/Ausschuesse/Energieausschuss/Dokumente_EA/AmtsBl_1.pdf (abgerufen am 10.10.2023).

Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen (2016a). Alleen in Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.rettet-die-baumalleen.de/fileadmin/user_upload/4.4.1_alleen_in_nrw_broschuere_2016.pdf (abgerufen am 11.10.2023).

Ministerium für Klimaschutz, Land Nordrhein-Westfalen (2016b). Alleen in Nordrhein-Westfalen. Text: Referat III-2 Waldbau, Klimawandel im Wald, Holzwirtschaft.

Mödler, Andreas (2014). Die Verbreitung von gefährdetem Holz bewohnenden Käfern in Schleswig-Holstein unter dem Einfluss von Forstgeschichte und Besitzstruktur.

MSWV/MLUR (2000). Nachhaltige und verkehrsgerechte Sicherung der Alleen in Brandenburg. Gemeinsamer Runderlass Ministerium für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr des Landes Brandenburg (MSWV), Ministerium für Land- wirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg (MLUR). Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg. Potsdam.

Netz, Hartmut (2010). Vom Kulturgut zum Sicherheitsrisiko. Unsere Alleen sind zunehmend gefährdet. NABU Brandenburg. Online verfügbar unter https://www.nabu.de/umwelt-und-ressourcen/verkehr/verkehrsinfrastruktur/12571.html (abgerufen am 13.04.2023).

Niedersächsischer Heimatbund e. V. (2023). Karte - Alleen Niedersachsen. Niedersächsischer Heimatbund e. V. Online verfügbar unter https://alleen-niedersachsen.de/karte (abgerufen am 30.10.2023).

Niedersächsischer Heimatbund e. V. (Hrsg.) (2018). Alleen in Niedersachsen. Online verfügbar unter https://niedersaechsischer-heimatbund.de/projekte/alleen-in-niedersachsen/ (abgerufen am 17.04.2023).

Niedersächsisches Ministerium für Inneres und Sport (2021). Mein Tempo… Mein Leben. Start der landesweiten Unfallpräventionskampagne mit dem Schwerpunkt „Baumunfälle“ für mehr Sicherheit auf Niedersachsens Landstraßen. Online verfügbar unter https://www.mi.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presseinformationen/mein-tempo-mein-leben-start-der-landesweiten-unfallpraventionskampagne-mit-dem-schwerpunkt-baumunfalle-fur-mehr-sicherheit-auf-niedersachsens-landstrassen-201650.html (abgerufen am 15.03.2024).

Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft, Verkehr, Bauen und Digitalisierung (2013). Modellversuch: Deutlich weniger Tote und Verletzte bei Baumunfällen. Online verfügbar unter https://www.mw.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/presseinformationen/modellversuch-deutlich-weniger-tote-und-verletzte-bei-baumunfaellen-141987.html (abgerufen am 20.04.2023).

Nowotny, Günther (1999). Die Hellbrunner Allee - ein Juwel im Baumbestand der Stadt Salzburg. Natur und Land 85.

ÖAMTC Unfallforschung (2016). Analyse von Abkommensunfällen auf Freilandstraßen. ÖAMTC. Wien. (abgerufen am 19.03.2024).

ÖAMTC Unfallforschung (2023). Umsetzung der "fehlerverzeihenden" Straßen notwendig. Online verfügbar unter https://www.oeamtc.at/thema/panne-unfall/oeamtc-analyse-zeigt-umsetzung-der-fehlerverzeihenden-strassen-notwendig-17954996 (abgerufen am 30.10.2023).

Oettel, Janine (2021). Trittsteinbiotope. Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft. Online verfügbar unter https://trittsteinbiotope.at/trittsteinbiotope/ (abgerufen am 24.04.2024).

Österreichische Bundesforste (2023). Baumkontrolle und Baumkataster. Online verfügbar unter https://www.bundesforste.at/leistungen/dienstleistungen/baumkontrolle-und-baumkataster.html (abgerufen am 19.04.2023).

Parlamentsgruppe "Kulturgut Alleen" im Deutschen Bundestag (2018). Wiederbegründung der Parlamentsgruppe "Kulturgut Alleen". Online verfügbar unter https://stadtundgruen.de/artikel/wiederbegruendung-der-parlamentsgruppe-kulturgut-alleen-8868.html (abgerufen am 17.04.2023).

Peters, Jürgen/Luttmann, Katharina/Wilitzki, Annemarie/Torkler, Frank (2022). Alleen und Baumreihen an Straßen und Wegen. Eine Anleitung zur Kartierung, zur Pflanzung und zum Schutz. Osnabrück und Eberswalde.

Peters, Jürgen/Torkler, Frank/Wilitzki, Annemarie (2019). Alleen und Baumreihen an Straßen in Brandenburg -. Ergebnisse einer aktuellen Bestandserfassung. Naturschutz und Landschaftsplanung 51 (10), 472-477. Online verfügbar unter https://www.nul-online.de/magazin/archiv/alleen-und-baumreihen-an-strassen-in-brandenburg,QUlEPTYyNDcxNDkmTUlEPTgyMDMw.html?UID=AC1B610E28F2C314B0D1BAB9AED062CC3EE69E1CBDF60B (abgerufen am 17.04.2023).

Plietzsch, Andreas (2022). Allee-Neupflanzungen außerorts - im Spannungsfeld zwischen Funktionalität und Naturschutz.

Pradines, Chantal (Hg.) (2009). Infrastructure routières: Les allées d'arbres dans le paysage, Strassburg.

Pradines, Chantal/Constensou, Erick (2022). Neu- und Nachpflanzung von Alleen in Haute-Garonne: Ein Umdenken über Alleen in Frankreich.

Pronatura Schweiz (1997). Schmetterlinge und ihre Lebensräume. Basel.

Rodewald, Raimund/Schwyzer, Yves/Liechti, Karina (2014). Katalog der charakteristischen Kulturlandschaften der Schweiz. Grundlage zur Ermittlung von Landschaftsentwicklungszielen. Stiftung Landschaftsschutz Schweiz. Bern.

Roloff, Andreas (2020). Baumkontrollrichtlinien (FLL). Richtlinien für Baumkontrollen zur Überprüfung der Verkehrssicherheit. Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. (FLL).

Online verfügbar unter https://shop.fll.de/de/baumkontrollrichtlinien-richtlinien-fuer-baumkontrollen-zur-ueberpruefung-der-verkehrssicherheit.html (abgerufen am 01.09.2023).

Roloff, Andreas/Pietzarka, Ulrich/Gillner, Sten (2022). Baumarten-Verwendung im Klimawandel: KlimaArtenMatrix 2021 (KLAM 2.0) und Empfehlungen zu Baumgrößen, -pflanzungen und -umfeld.

Roth, Michael (2012). Landschaftsbildbewertung in der Landschaftsplanung. Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Validierung von Verfahren zur Bewertung des Landschaftsbildes durch internetgestützte Nutzerbefragungen. Zugl.: Dortmund, Techn. Univ., Diss., 2012. Berlin, Rhombos-Verl.

Roth, Michael (2021). Entwicklung eines Bewertungsmodells zum Landschaftsbild beim Stromnetzausbau. Abschlussbericht des gleichnamigen F + E-Vorhabens des Bundesamtes für Naturschutz (FKZ: 3515 82 2800). Bonn-Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz.

Schreck-von Below, Benjamin (2021). Straßenbepflanzung und Verkehrssicherheit. Ermittlungen unfallbeeinflussender Merkmale auf Basis empirischer Modelle unter besonderer Berücksichtigung der Bepflanzung im Seitenraum von Landstraßen. Bremen, Fachverlag NW in Carl Ed. Schünemann KG.

Schröcker, Susann/Schmiedel, Doreen/Schwabe, Matthias (2013). Die Ausbreitung der Spätblühenden Traubenkirsche (Prunus serotina Ehrh.) unter Prozessschutzbedingungen. Archiv für Forstwesen und Landschaftsökologie.

Schüller, H./Niestegge, M./Butz, B./Skakuj, M. (2022a). Evaluierung der Sicherheitsanalyse von Straßennetzen. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch Gladbach. FE 03.0547/2016/FRB.

Schüller, H./Niestegge, M./Irzik, M (2022b). Die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen im neuen Gewand – Integration proaktiver Bewertungsansätze entsprechend der geänderten EU-Richtlinie über ein Sicherheitsmanagement für die Straßeninfrastruktur. Straßenverkehrstechnik Heft 06.

Schulze, K.-H./Dames, J/Lange, Horst (1975). Untersuchungen über die Verkehrssicherheit bei Nässe, Griffigkeitsmessungen bei hohen Geschwindigkeiten. Bundesministerium für Verkehr Bau und Stadtentwicklung. Bonn. Forschungsbericht Straßenbau und Straßenverkehrstechnik Heft 189.

Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Bundesverband e.V. (2023). Entdecken Sie die schönsten Alleen Deutschlands. Online verfügbar unter https://www.alleen-fan.de/Kampagne/Lieblingsalleen/index.html (abgerufen am 17.04.2023).

Schweizerische Eidgenossenschaft, Bundesamt für Strassen ASTRA (2015). Richtlinie Betrieb NS Teilprodukt Grünpflege. Bundesamt für Strassen ASTRA. Bern.

Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (2022). Forschungspaket SERFOR, Teilprojekt TP3: Handlungsbedarf Ausserortsstrassen. Forschungsprojekt VSS 2018/515. Online verfügbar unter https://www.mobilityplatform.ch/de/research-data-shop?tx_vssmobilityplatform_shop%5Baction%5D=webviewer&tx_vssmobilityplatform_shop%5Bcontroller%5D=Product&tx_vssmobilityplatform_shop%5Btype%5D=norm&tx_vssmobilityplatform_shop%5Buid%5D=7730&cHash=4ad87d5839ff022a189e1bcc017736b4 (abgerufen am 04.03.2024).

Skeledzic, Stevan (2021). Auswertung der Baumunfälle. Netzpriorisierung und Thematisierung der Unfälle, 2021.

Stadtgärtnerei Basel (2011). Baumschnittrichtlinien. Basel.

Statistisches Bundesamt (2022). Verkehrsunfälle - Zeitreihen 2021. Statistisches Bundesamt. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Verkehrsunfaelle/Publikationen/Downloads-Verkehrsunfaelle/verkehrsunfaelle-zeitreihen-pdf-5462403.pdf?__blob=publicationFile (abgerufen am 11.10.2023).

Statistisches Bundesamt (2023). Ein Viertel der Güterverkehrsleistung 2020 entfallen auf Eisenbahn und Binnenschifffahrt. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2022/04/PD22_148_463.html (abgerufen am 15.10.2023).

Statistisches Bundesamt (2023). Personenbeförderung. Online verfügbar unter https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Transport-Verkehr/Personenverkehr/Tabellen/befoerderte-personen.html (abgerufen am 16.10.2023).

Stauber, Martin (2004). Hindernisfreier Strassenraum: Wichtiges Element der Verkehrssicherheit. strasse und verkehr (5), 14–17. Online verfügbar unter https://www.bbs-ing.ch/wp-content/uploads/2019/06/2004_Sta_Hindernisfreier-Strassenraum-Wichtiges-Element-der-Verkehrssicherheit.pdf (abgerufen am 24.01.2024).

Steffen, Tilman (2016). Baumalleen: Der Baum als Feind. Die Zeit vom 2016. Online verfügbar unter https://www.zeit.de/mobilitaet/2016-07/alleebaeume-autolobby-strassenbau-regeln/komplettansicht (abgerufen am 26.01.2024).

Steinbauer, Martin (1999). Haftungsfragen bei Schäden durch Alleebäume in Österreich. Natur und Land 85 (4/5), 18–19.

Stobbe, Horst (Hg.) (2022). Verkehrssicherheit und Baumkontrolle. Der Praxisleitfaden zu den FLL-Baumkontrollrichtlinien. 2. Aufl. Braunschweig, Haymarket Media.

Strassenverkehrs- und Schifffahrsamt, Kanton Bern (2024). Führerausweis auf Probe. Online verfügbar unter https://www.svsa.sid.be.ch/de/start/fuehrerausweise/rund-um-fuehrerausweis/fuehrerausweis-auf-probe.html (abgerufen am 18.03.2024).

Straßenverkehrsordnung (StVO) vom 06.03.2013.

Swiss Academic Software GmbH (2023). Citavi - Literaturverwaltung und Wissensorganisation. Online verfügbar unter https://www.citavi.com/de (abgerufen am 29.10.2023).

Tartaro, Pierluigi/Kunz, Stefan (2008). Bestand und Bedeutung von Alleen und Alleenlandschaften in der Schweiz.

Thiem, Korinna/Bastian Olaf (2014). Historische Kulturlandschaftselemente Sachsens. Steckbriefe für ausgewählte landschaftsprägende historische Kulturlandschaftselementtypen im Freistaat Sachsen. Schriftenreihe des Landesamts für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie des Freistaats Sachsen (18).

TIBCO Software (2023). Was ist ein logisches Datenmodell? Online verfügbar unter https://www.tibco.com/de/reference-center/what-is-a-logical-data-model (abgerufen am 13.12.2023).

Tomasch, Ernst/Radeschnig, Ulrich/Dünser, Clemens/Sinz, Wolfgang/Gstein Gregor (2022). PERTA – Passive Sicherheit in der Straßenausstattung. Bundesanstalt für Straßenwesen. Bergisch-Gladbach. Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen. Online verfügbar unter https://bast.opus.hbz-nrw.de/opus45-bast/frontdoor/deliver/index/docId/2683/file/V363+Gesamtversion+Barrierefrei.pdf (abgerufen am 09.05.2023).

Vias Institute (2022). Baseline. Vias Institute. Online verfügbar unter https://www.baseline.vias.be/ (abgerufen am 15.03.2024).

Wammerl, Patrick (2021). Die grüne Gefahr am Straßenrand. kurier.at vom 19.06.2021. Online verfügbar unter https://kurier.at/chronik/oesterreich/die-gruene-gefahr-am-strassenrand/401417853 (abgerufen am 30.10.2023).

Weiß, Marc (2021). Beeinflussung der Verkehrssicherheit durch Fahrerassistenzsysteme und das automatisierte Fahren. Forschung im Ingenieurwesen 85, 957–972. Online verfügbar unter https://www.researchgate.net/publication/355824491_Beeinflussung_der_Verkehrssicherheit_durch_Fahrerassistenzsysteme_und_das_automatisierte_FahrenInfluence_of_driver_assistance_systems_and_automated_driving_on_road_safety (abgerufen am 11.10.2023).

Wenk, S (1999). Der Einfluss von Baumabstand, Fahrbahnbreite und Alleentyp bei Baumunfällen in Brandenburg. Zeitschrift für Verkehrssicherheit 45 (2), 63–68.

Wruss, Christoph (2023). Personenschadenunfälle mit dem Anprall an Bäumen in der Steiermark. Diplomarbeit. Online verfügbar unter https://forschung.boku.ac.at/fis/suchen.hochschulschriften_info?sprache_in=de&menue_id_in=206&hochschulschrift_id_in=6348 (abgerufen am 30.10.2023).

Tabellen

Tab. 1: Schutz der Alleen in den einzelnen Bundesländern nach Peters (2022) 30
Tab. 2: Angepflanzte Baumarten in Alleen außerhalb der Städte 35
Tab. 3: Auf Eiche spezialisierte Eulenfalter (Liste nicht vollständig) 37
Tab. 4: Beispiele für Lebensräume nach FFH-Richtlinie in Alleen (Liste nicht vollständig) 37
Tab. 5:Rote-Listen-Arten von Pflanzen in Alleen Kreis Ludwigslust-Parchim, Mecklenburg-Vorpommern, Aufgenommen von Daniel Knecht am 3.8.2023 gemäß Roter Liste der Pflanzenarten von Mecklenburg-Vorpommern (Voigtländer 2005) 38
Tab. 6: Organismengruppen und Nutzung der Habitatbäume 39
Tab. 7: Definition von Alleen und Baumreihen Gesetzen, Verordnungen und Erlassen der Bundesländer. Quelle: Peters 52
Tab. 8: Anteile Fernstraßen und Alleen in den Bundesländern (ohne Stadtstaaten mit 1% Anteil am BFStr-Netz) 57

Bilder

Bild 1: Alleendarstellung in der Kunst (Tartaro und Kunz 2008, 16) 14
Bild 2: Themenbereiche eines bundesweiten Baumkatasters 21
Bild 3: Mengengerüst der gesichteten Literatur thematisch differenziert. Quelle: Citavi 24
Bild 4: Eigene, subjektive Bewertung der Literatur bezüglich Relevanz zum Forschungsprojekt. 24
Bild 5: Übersicht der Erlasslage zu Maßnahmen gegen Baumunfälle in NRW und zur Entwicklung der Verunglückten Quelle:(Bakaba und Lippold 2021, 5) 29
Bild 6: Alleendichte in den verschiedenen Bundesländern (aus Peters et al. 2022) 33
Bild 7: Waldanteil in den Bundesländern (Darstellung aus (Schutzgemeinschaft Deutscher Wald Bundesverband e.V. 2023)) 34
Bild 8: Mikrohabitate an einem Baum (Nach Bütler 2020) 39
Bild 9: Automatisiert abgeleitete lineare Baumstrukturen im Geoportal Frankreich (IGN Paris 2023) 47
Bild 10: Detektieren von Straßenbäumen aus Laserpunktwolken (Berthold 2016) 47
Bild 11: Detektieren von Bäumen im Stadtgebiet München mit Remote Sensing Verfahren (Leichtle et al. 2021) 48
Bild 12: Themenbereiche des Fragenkatalogs 55
Bild 13: Übersicht zum Stand Baumkataster in den Bundesländern (Auswertung der Umfrage im März 2023 56
Bild 14: Bundesländer mit Multiuser-Datenbanksystemen gemäß Umfrage (Autob.: Autobahn GmbH des Bundes) 58
Bild 15: Arbeitsschritte und Grundlagen für das Datenmodell Baumkataster 59
Bild 16: Vier Aufgabenbereiche des Datenmodells mit Themenspektren 60
Bild 17: Skizze der Entwicklungsschritte des Baumkatasters 62
Bild 18: Entwurf des Datenmodells des Baumkatasters als Excel-Liste (Auszug) 63
Bild 19: Übertragung der Attribute aus Excel in das logische Datenmodell 64
Bild 20: Aufgabenbereiche und Komponenten im logischen Datenmodell 65
Bild 21: Graphische Darstellung des logischen Datenmodells (Ausschnitt) 66
Bild 22: Die Fachschale Baumkataster im Kontext umliegender Systeme 66
Bild 23: Phasen der Modellentwicklung 67
Bild 24: Domainenmodell mit farblich markierten Komponenten 67
Bild 25: Auszug aus den Rohdaten für das Baumkataster RP 70
Bild 26: Höhenverteilung der Bäume aus den Rohdaten RP 71
Bild 27: Testdaten NRW in drei Zoomstufen von 1:25'000 bis 1:1'000 71
Bild 28: Testdaten MV: Deutsche Alleenstraße mit Details zum Alleencharakter 72
Bild 29: Verfügbare Angaben zum Alleencharakter (grün überdeckt) im Kartierbogen nach Peters et al. (2022) in den Testdaten MV 73
Bild 30: Datenquellen für ein Gefahrenkataster 76

Anhänge

Anhang 1: Umfrageergebnisse zur Ausstattung spezifischer Baumkataster

Anhang 2: Bewertung der Datenverfügbarkeit nach Attributgruppen

Anlagen

(Die Anlagen 1-4 zum Bericht sind im elektronischen BASt-Archiv ELBA unter https://bast.opus.hbz-nrw.de abrufbar.)

Anlage 1: Vollständige Dokumentation des Datenmodells in ASB-Schreibweise

Anlage 2: Logisches Datenmodell

Anlage 3: Baumkataster SQL-Skripte

Anlage 4: Wichtige Organismengruppen auf Habitatbäumen

Anhang 1: Umfrageergebnisse zur Ausstattung spezifischer Baumkataster

Umfrageergebnisse der Bundesländer

Dieses Kapitel enthält einige Detailauswertungen, die aus der Beantwortung des Fragenkatalogs generiert wurden, der an die Bundesländer und die Autobahn GmbH des Bundes verschickt wurde.

Abdeckung des Verwaltungsgebietes

Von den in Betrieb befindlichen Baumkatastern wird das Zuständigkeitsgebiet vollständig abgedeckt. Für Kataster in Migration bzw. im Aufbau und für das Schadbaumkataster Niedersachsen wurde situationsbedingt eine geringe oder noch fehlende Abdeckung genannt. Eine vollständige Abdeckung ist hier aber das Ziel.

Weiterentwicklungen der Kataster

Kurz- oder mittelfristige Umsetzungsbedürfnisse zur Weiterentwicklung der Systeme sowie Verbesserungspotential wurden bei vier Katastern (Autobahn GmbH des Bundes, MV, ST, TH) aufgeführt:

Datenfluss verbessern
Kontinuierliche Verbesserungsprozesse etablieren
Landesweit einheitliche Maßnahmen- und Baumschadenskataloge
Aufnahme flächiger Gehölzbestände

Stand der Bereitstellung von Dokumentationen

Das Vorhandensein von Dokumentationen bezüglich Erfassungsanleitungen und Datenstrukturen wurde in mehr als der Hälfte der Rückmeldungen angegeben. Erfassungsanleitungen wurden aber nur in wenigen Fällen beigelegt.

Bei vier Bundesländern (RP, SH, ST, TH), die ihr System von der NovaSIB GmbH beziehen, wurde die Dokumentation des Datenmodells leider erfolglos direkt über das Unternehmen nachgefragt ((TT-SIB® INFOSYS – NOVASIB GmbH 2023). Hier scheinen urheberrechtlich geschützte Pflichtenhefte eine Aushändigung der Dokumentation zu erschweren.

Insgesamt liegen vor:

Zwei Beschreibungen eines Datenmodells (NW, Autobahn GmbH des Bundes)
Das sehr ausführliche Handbuch aus SN enthält zahlreiche Hinweise zum Datenmodell
Drei Erfassungsanweisungen oder Handbücher aus ST, SL und SN

Datenaustausch

Beim Datenaustausch werden Einzelplatz-Datenbankformate, verschiedene Textformate und proprietäre Formate eingesetzt. Zu den gängigsten Formaten gehören OKSTRA, Shape, dBase, SqLite und TT-SIB PublicWFS.

Die Bundesländer wurde befragt, mit welchen Organisationsebenen (Bund, Länder und Kommunen) sie im Datenaustausch stehen.

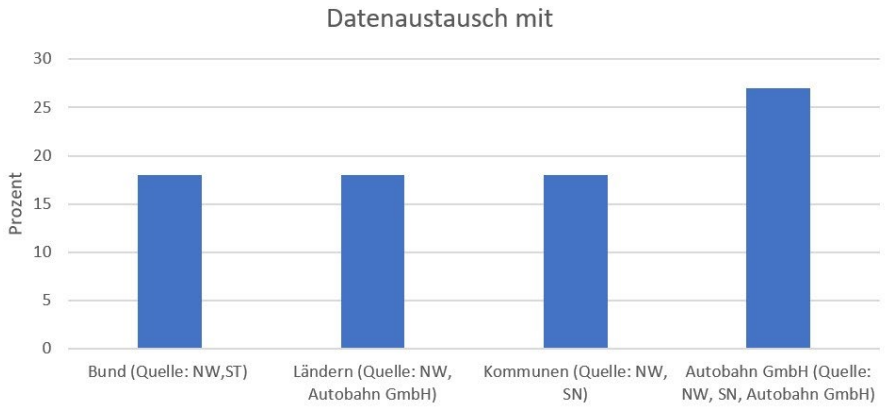


Bild 1: Anteil der Nennungen zum Datenaustausch über Systemgrenzen hinweg

Die Länder und die Autobahn GmbH des Bundes (stellvertretend für die drei Stadtstaaten BE, BB und HB) wurden befragt, in wie weit ihre Baumkataster-Systeme im Datenaustausch mit dem Bund, ihren Kommunen und gegebenenfalls mit benachbarten Bundesländern und der Autobahn GmbH des Bundes stehen. Die Autobahn GmbH des Bundes ist als Sonderfall zudem eine Organisation auf Bundesebene, die für die Autobahnen in den Bundesländern zuständig.

Bezüglich Datenaustausch ist kein hohes Bedürfnis erkennbar. Ein Datenaustausch mit Bund, Ländern und Kommunen sowie der Autobahn GmbH wurde lediglich bei etwa 20 Prozent der Befragten angegeben, konkret von ein bis zwei Bundesländern und der Autobahn GmbH selbst (Bild 31).

Erwartungsgemäß ist der gering benannte Umfang des Datenaustausch in Richtung Bund (nur von Nordrhein-Westfalen und Sachsen-Anhalt aufgeführt). Er sollte im Rahmen der Umsetzung dieses Projekts auf 100 Prozent ansteigen können.

Bei den bestehenden Lieferungen handelt es sich vermutlich OKSTRA-Lieferungen aus Komplettsystemen der Straßenbauverwaltungen und nicht um singuläre Datenlieferungen aus dem Baumkataster. Die Ursachen hierfür liegen in den noch fehlenden technischen Definitionen, um die Inhalte der Baumkataster im OKSTRA ausreichend detailliert abzubilden. Dieser Mangel kann mit den Definitionen zu einem Datenmodell für die Fachschale Baumkataster im BISStra und der darauffolgenden Integration ins OKSTRA zukünftig behoben werden.

Baum-Grunddaten

Alle Baumkataster enthalten einen eindeutigen Bezeichner, den Artnamen und das Alter bzw. den Stammdurchmesser. Abweichende Angaben beziehen sich auf Systeme in Migration oder im Aufbau sowie auf Baumkataster, die nur Schadbäume vollständig erfassen.

Baumkontrolle und Baumzustand

Die Merkmale zur Beschreibung der Baumzustand sowie der Umfang der Baumkontrolle waren Schwerpunkte des Fragenkatalogs. Die Baumkontrolle dient der Gefahrenabwehr und zur Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben. Die gewonnen Informationen werden drei Teilbereichen zugeordnet (Bild 32):

Schutz, Gefährdung und Pflege der Bäume
Haupt-Gefährdungsfaktoren im Straßenraum
Kontroll- und Ergebnisumfang

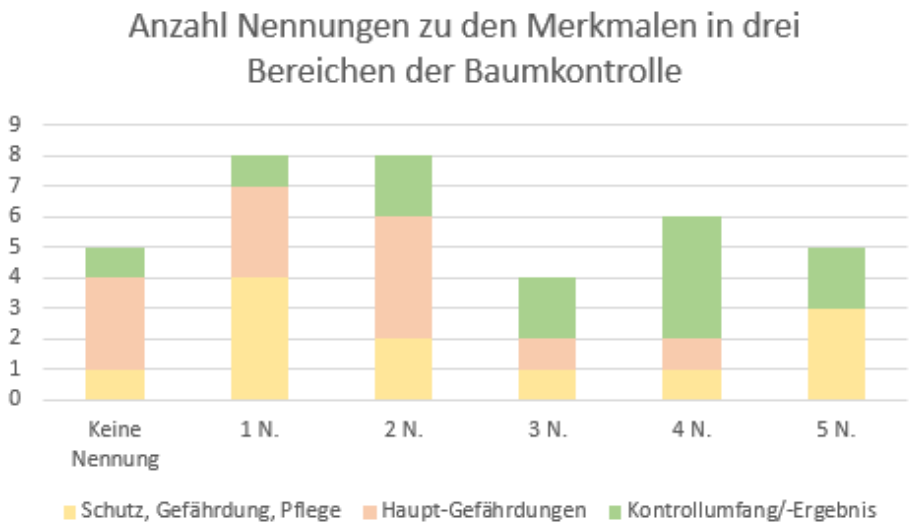


Bild 2: Angaben zu den Merkmalen im Bereich der Baumkontrolle

Die Angaben zu den Merkmalen im Bereich der Baumkontrolle (Kontrollumfang / -ergebnisse) sind unterschiedlich ausgeprägt, von einer einfachen bis zur vollständigen Erfüllung der FLL-Kriterien. Der Durchschnitt von drei Nennungen stellt eine zufriedenstellende Berücksichtigung der wesentlichen Merkmale dar. Angaben zu Schutz, Gefährdungen und Pflege sind entweder gut vertreten (Fünf Nennungen) oder außerhalb des Schwerpunkts der Kataster (Bild 32). Letzteres trifft auch auf die Benennung von Hauptgefährdungen zu.

Die Realität ist vermutlich in den unteren zwei Nennungen (0..1 Nennung) besser als dargestellt, da bei drei Bundesländern mit der proprietären Kataster-Software (SIB) die Merkmale im SIB anders lauten als im Fragenkatalog benannt (z.B. «Pflegemaßnahme» ist im SIB ein «BaumST-Tatbestand». Die Objektklasse «Baum (ST)» ist eine Erweiterung von «ASB Baum»). Die negative Beantwortung der entsprechenden Anfragen kann daher auf Missverständnissen beruhen.

Schutz, Natur und Umwelt

Nur wenige Baumkataster enthalten Angaben zur Schutzwürdigkeit der Bäume aufgrund der Eigenschaften:

Landschaftsprägend	3 Nennungen
Funktion im Biotopverbund	1 Nennung
Lebensraumfunktion	4 Nennungen

Das Bundesland MV hat in diesem Bereich weitere Attribute benannt, wie Habitatstrukturen, Fortpflanzungs- und Ruhestätten.

Straßenmerkmale

Zu den Straßenmerkmalen gehören neben der Straßenbezeichnung, Straßenkategorie, dem DTV, Unfallereignissen und dem Straßenzustand auch eine ASB-konforme Lageangabe, OKSTRA-Exportschnittstelle, Angabe der Baumabstände zum Fahrbahnrand und Angaben zum Vorhandensein eines FRS (Bild 33).

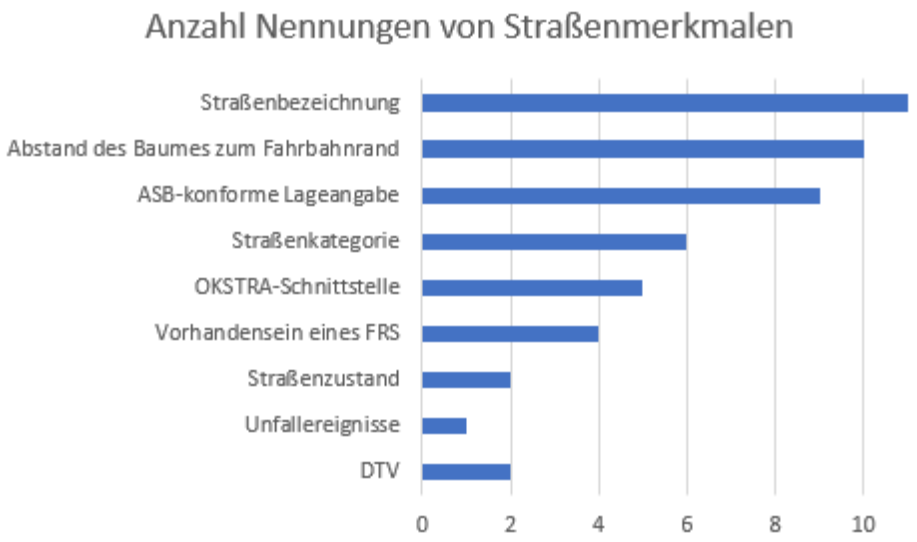


Bild 3: Anzahl Nennungen von abgefragten Straßenmerkmalen

Während einige Merkmale, wie Straßenbezeichnung, der Baumabstand zum Fahrbahnrand und eine ASB-konforme Lageangabe noch recht häufig geführt sind, sind reine Straßenmerkmale wie DTV in der Regel nicht direkt in den Baumkatastern zu finden, sondern werden über Referenzen der Straßenmerkmale aus anderen Fachschalen bezogen.

Verkehrssicherungszustand

Angaben zum Verkehrssicherungszustand mit Berücksichtigung des Untersuchungsbedarfs und erforderlichen Pflegemaßnahmen waren unterschiedlich ausgeprägt (Bild 34). In fast allen Fällen wurde eine Einschätzung der VKS durchgeführt, überwiegend gemäß den Richtlinien der FFL (Roloff 2020).

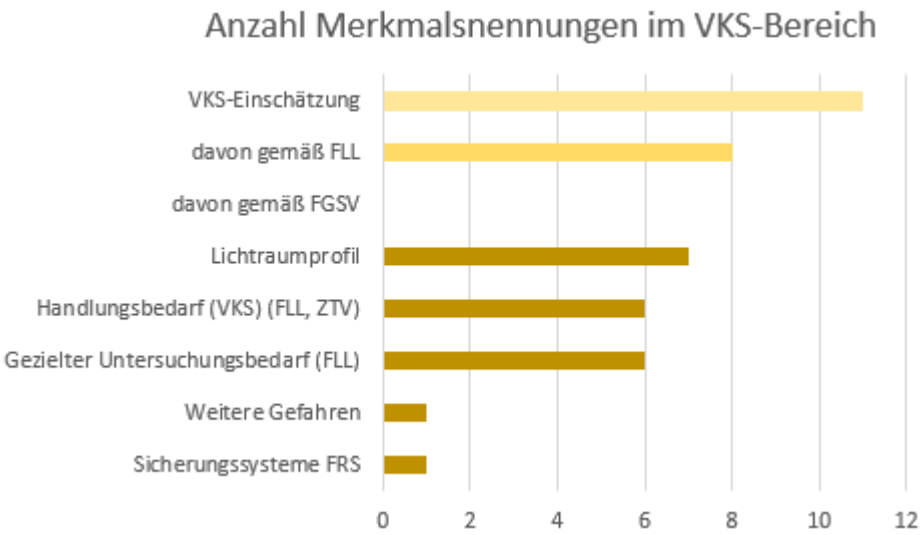


Bild 4: Nennungen von Merkmalen im VKS-Bereich

Rechtliche Zuständigkeiten

Der rechtliche zuständige Träger der Straßenbaulast wurde in der Regel benannt, in einigen Fällen mit Kontaktdaten. Die wahrnehmende Stelle der Verkehrssicherungspflicht wurde nur in fünf Fällen aufgeführt.

Umfrageergebnisse der kreisfreien Städte über 300'000 Einwohner

Abdeckung des Verwaltungsgebietes

Von den in Betrieb befindlichen Baumkatastern wird das Zuständigkeitsgebiet mit zwei Ausnahmen vollständig abgedeckt: Augsburg und Dortmund decken mit ihrem Baumkataster ca. 70 Prozent ab. Die beiden Kataster in Migration bzw. im Aufbau haben situationsbedingt eine geringe Abdeckung genannt.

Weiterentwicklungen der Kataster

Kurz- oder mittelfristige Umsetzungsbedürfnisse zur Weiterentwicklung der Systeme sowie Verbesserungspotential wurden bei fünf Katastern aufgeführt. Lediglich Augsburg und Frankfurt haben keine unmittelbaren Absichten zur Weiterentwicklung.

Genannt wurden:

Laserscanning und EDV-gestützte mobile Erfassung
Anforderungen an ein GRIS (Grünflächeninformationssystem) erfüllen
Genauigkeit und Vollständigkeit der Daten verbessern
Vielschichtige technische Weiterentwicklungen in der App und der Datenbank

Bereitstellung von Dokumentationen

Das Vorhandensein von Dokumentationen bezüglich Erfassungsanleitungen und Datenstrukturen wurde in drei Rückmeldungen angegeben. Eine Erfassungsanleitung wurde nur von Berlin beigelegt.

Insgesamt liegen vor:

Zwei Beschreibungen eines Datenmodells (Berlin, Karlsruhe)
Eine Erfassungsanweisung aus Berlin
Objektschlüssel-Kataloge aus Berlin

Datenaustausch

Ein Datenaustausch außerhalb der eigene Verwaltungsgrenzen findet in der Regel nicht statt. In drei Fällen wurde aber eine Exportmöglichkeit im CSV-Format genannt.

Baum-Grunddaten

Alle Baumkataster enthalten einen eindeutigen Bezeichner, den Artnamen und das Alter bzw. den Stammdurchmesser.

Schutz, Natur und Umwelt

Kaum ein Baumkataster enthält Angaben zur Schutzwürdigkeit der Bäume oder benennt weitere Angaben wie Habitatstrukturen, Fortpflanzungs- und Ruhestätten. Lediglich Karlsruhe erhebt die Eigenschaften Landschaftsprägend und Lebensraumfunktion.

Straßenmerkmale

Zu den Straßenmerkmalen gehören neben der Straßenbezeichnung, Straßenkategorie, dem DTV, Unfallereignissen und dem Straßenzustand auch eine ASB-konforme Lageangabe, OKSTRA-Exportschnittstelle, Angabe des Abstands des Baumes zum Fahrbahnrand und Angaben zu FRS.

Die Benennung von Merkmalen aus den o.g. Straßenmerkmalen ist vernachlässigbar klein, da das Grünflächenmanagement hier keinen Schwerpunkt hat. Viermal wird die Straßenbezeichnung und dreimal die Verkehrssicherungspflicht geführt. Den Abstand des Stammes zum Fahrbahnrand und das Vorhandensein eines FRS werden nur in Karlsruhe erfasst.

Verkehrssicherungszustand

Angaben zum Verkehrssicherungszustand mit Berücksichtigung des Untersuchungsbedarfs und erforderlichen Pflegemaßnahmen waren unterschiedlich ausgeprägt. In allen Fällen wurde eine Einschätzung der VKS durchgeführt, überwiegend nach den Richtlinien der FFL.

Untersuchungen des Lichtraumprofils, des Handlungsbedarfs und des gezielten Untersuchungsbedarfs zur Verkehrssicherung werden in über der Hälfte der Städte durchgeführt. Die Erhebung weiterer Gefahren am Baumstandort und die Anwesenheit von FRS wurde nur einmalig aufgeführt.

Rechtliche Zuständigkeiten

Der rechtlich zuständige Träger der Straßenbaulast wurde nur in zwei von sieben Fällen benannt.

Anhang 2: Bewertung der Datenverfügbarkeit nach Attributgruppen

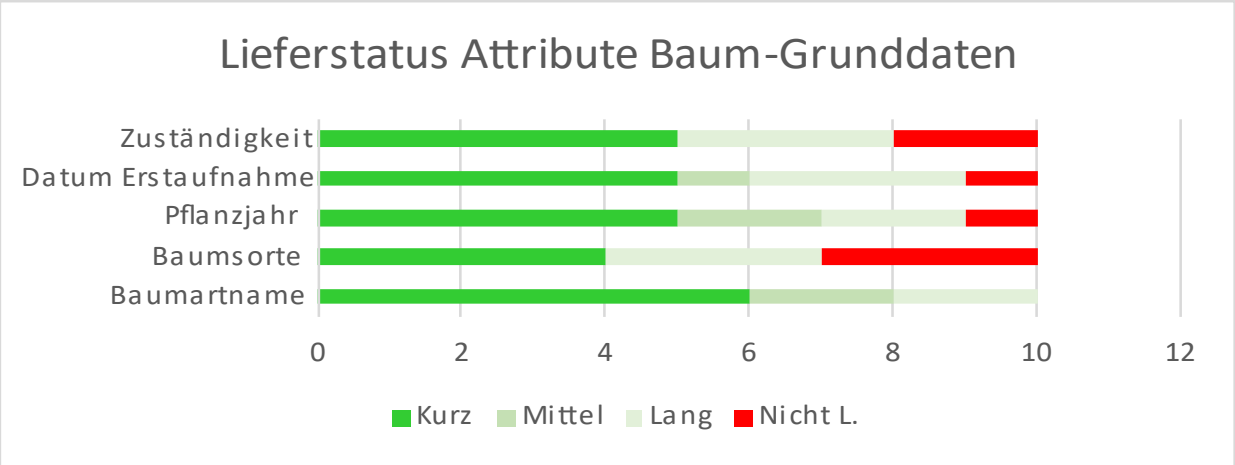


Bild 5 Lieferstatus Attribute Baum-Grunddaten

Die Verfügbarkeit von Angaben zu dieser Attributgruppe liegt im guten Mittelfeld und ist im Bereich kurzfristig lieferbar bei 50 Prozent (Bild 35). Der Name der Baumart wird als sehr gut verfügbar angegeben.

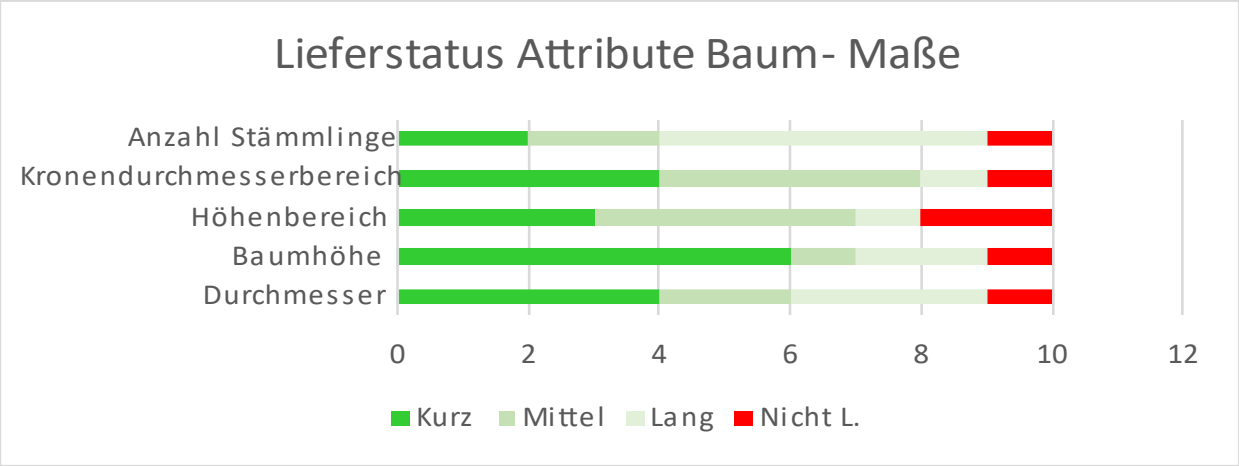


Bild 6 Lieferstatus Attribute Baum-Maße

Angaben zu Baummaßen sind überwiegend kurz bis mittelfristig verfügbar (Bild 36). Die geringe verfügbare und doch sehr wichtige Angabe des Baumdurchmessers lässt sich ggf. aus dem Pflanzjahr

ableiten, sofern dieses angegeben wurde. Der Umgang mit Stämmlingen wird in den Ländern unterschiedlich berücksichtigt und ist daher eher langfristig verfügbar.

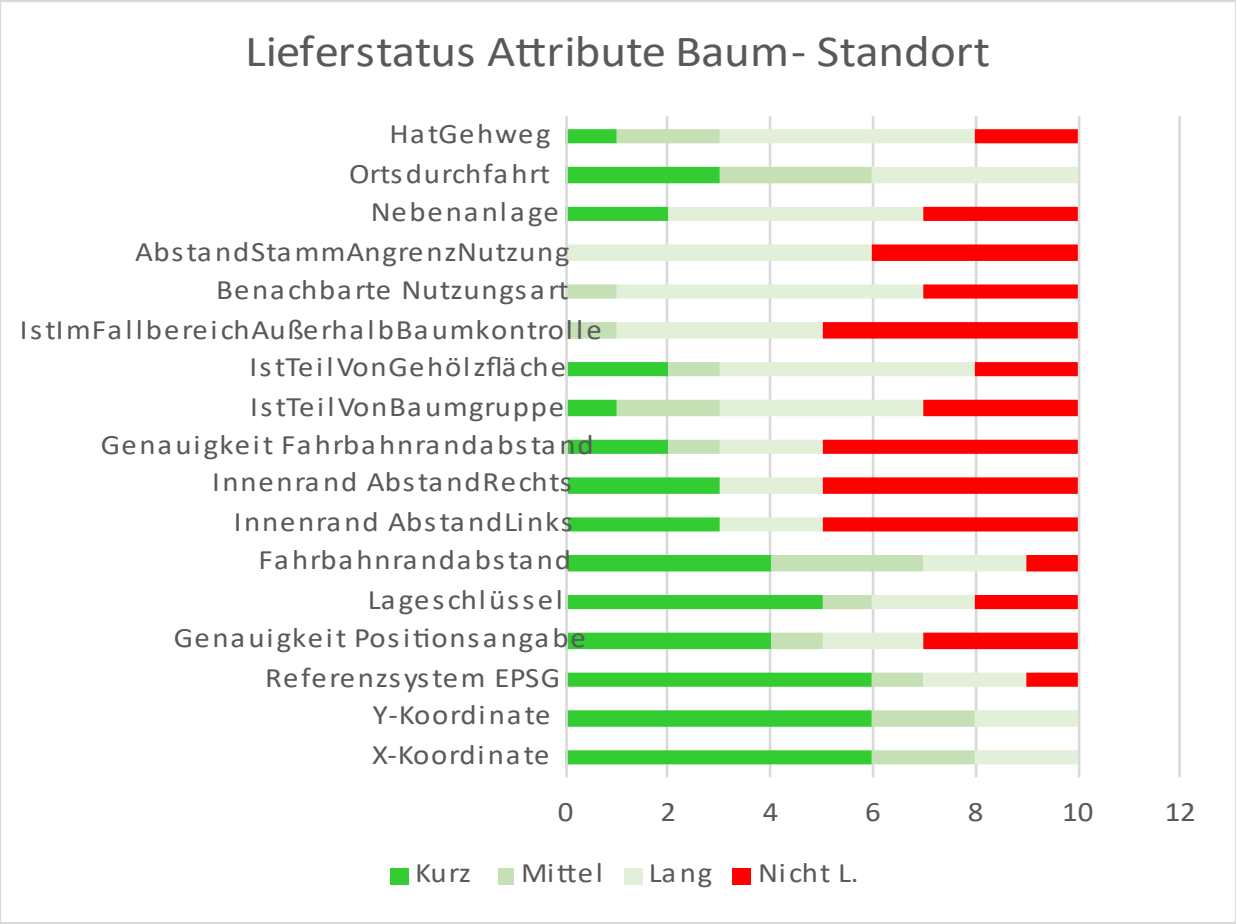


Bild 7 Lieferstatus Attribute Baum-Standort

Diese große Attributgruppe zum Baumstandort (Bild 37) enthält mehrere Fachbereiche:

Die Position der Straßenbäume scheint sehr gut verfügbar (Koordinaten, EPGS-Referenz, Lageschlüssel, Abstand zum Fahrbahnrand). Bäume auf dem Mittelstreifen sind ein Sonderfall. Sie werden in den Ländern deutlich geringer berücksichtigt (Innenrand Abstand). Gut verfügbar sind hingegen Angaben zur verkehrsrelevanten Situation im Straßenseitenraum (HatGehweg, Ortsdurchfahrt, Nebenanlage).

Zusätzliche Angaben, die Baumgruppen, Gehölzflächen, weiter entfernt stehende Bäume im Fallbereich und benachbarte Nutzungen betreffen, sind geringer verfügbar, da sie in den vorherrschenden Einzelbaumkatastern nur gelegentlich berücksichtigt werden.

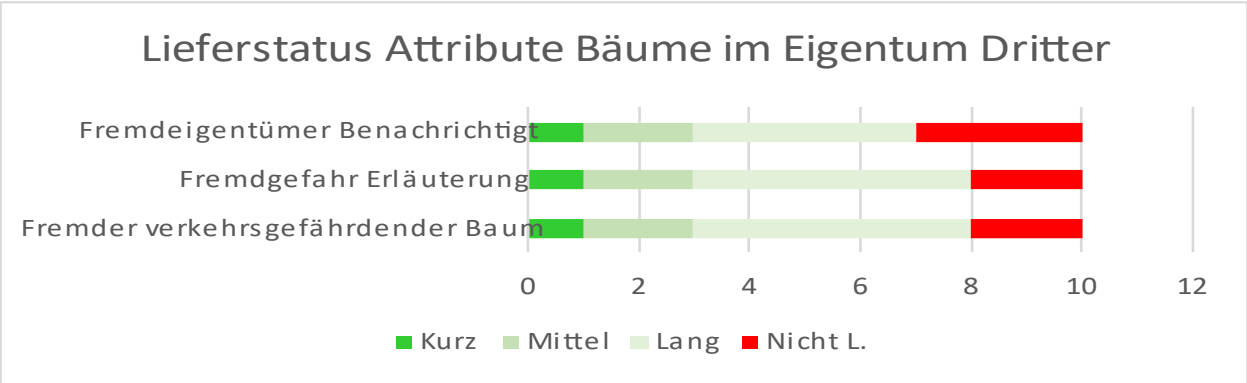


Bild 8 Lieferstatus Attribute Bäume im Eigentum Dritter

Diese Gruppe enthält ein Minimum an Attributen, die im Falle des Erkennens einer Verkehrsgefährdung eine Benachrichtigung des zuständigen Eigentümers ermöglichen (Bild 38). Diese Bäume unterliegen nicht der Baumkontrolle. Bei Bäumen im Eigentum Dritter (Fremdbaum) besteht im Rahmen der Streckenkontrolle lediglich eine Hinweispflicht, sofern eine Verkehrsgefährdung ausgehend von benachbarten, straßennahen Grundstücken erkannt wird.

Gibt es bei einer Sichtkontrolle aus angemessener Distanz Anhaltspunkte für eine von einem Fremdbaum ausgehende konkrete Gefahr und besteht ein Handlungsbedarf, so ist der Eigentümer mit entsprechenden Angaben zur Auffindbarkeit des Baumes und unter Angabe der Anhaltspunkte für die konkrete Gefahr entsprechend auf seine Verkehrssicherungspflicht hinzuweisen. Oft gibt es länderspezifische Musterschreiben (Interne Mitteilung NLSbV, 2021).

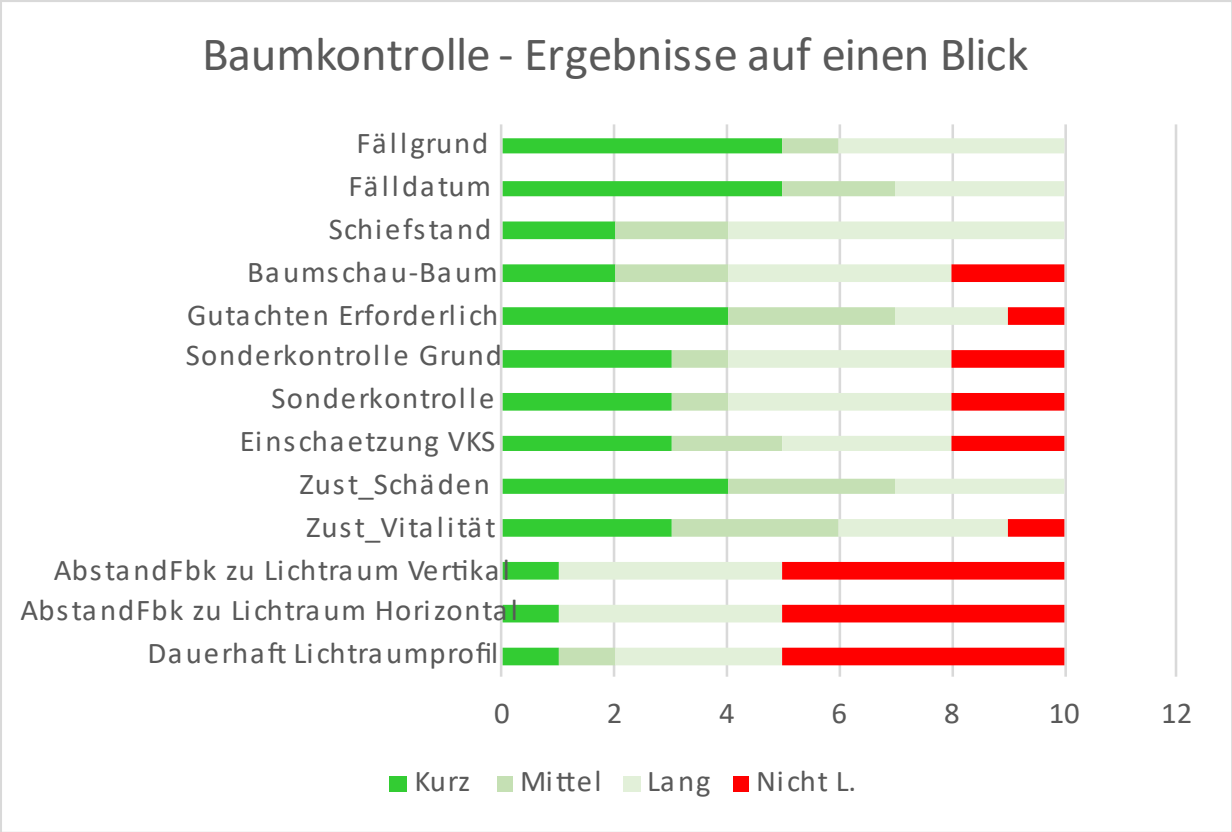


Bild 9 Lieferstatus Attribute Baumkontrolle-Ergebnisse auf einen Blick

Die Attribute dieser Gruppe mit direktem Bezug zu den FLL-Baumkontrollrichtlinien zeigen eine gute Verfügbarkeit diverser Merkmale (Bild 39) wie Schiefstand, Fällung, Baumschaum, Sonderkontrolle, Einschätzung VKS und des Zustands über die Bewertung der Vitalität und des Umfangs an Schäden.

Die kleine Attributgruppe zum Lichtraumprofil scheint in den Bundesländern unterschiedlich gehandhabt zu werden und ist gering verfügbar.

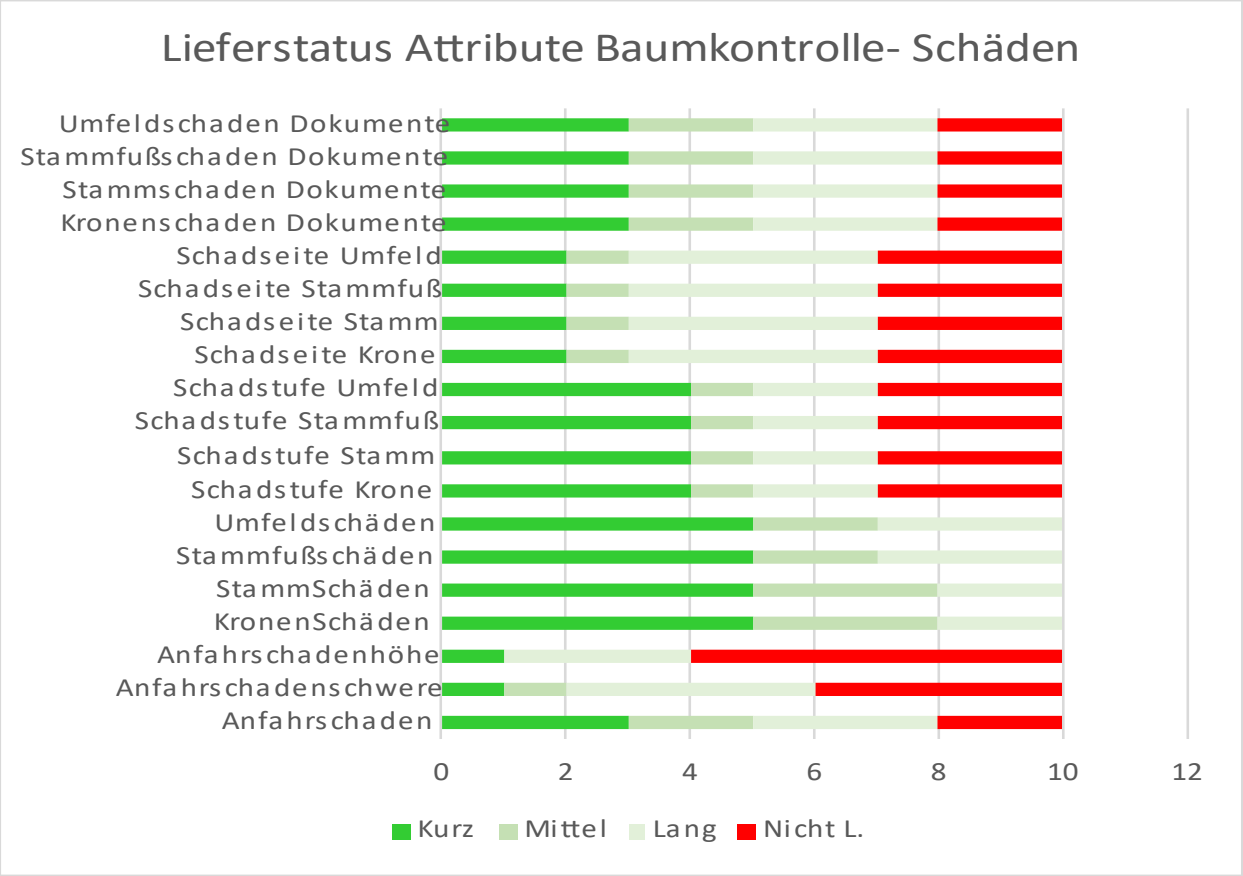


Bild 10 Lieferstatus Attribute Baumkontrolle-Schäden

Die Verfügbarkeit von Schadmerkmalen ist überdurchschnittlich gut (Bild 40). Bei Schadstufe bzw. Schadseite nimmt die Verfügbarkeit deutlich ab. Die Dokumentierung der Schäden kann ebenfalls ins Datenmodell integriert werden. Die Verfügbarkeit entsprechender Medieninhalte ist hoch. Die attributiv herausgezogene Handhabung von Anfahrschäden wird länderspezifisch gering nachvollzogen und innerhalb der allgemeinen Handhabung von Schäden im Rahmen der Baumkontrolle bearbeitet.

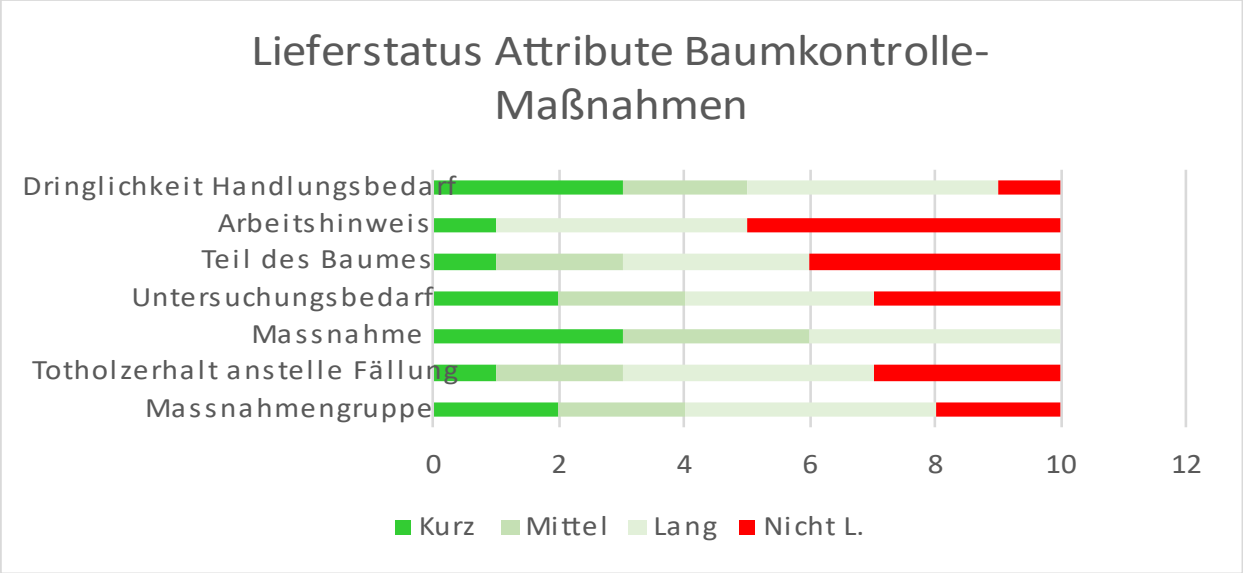


Bild 11 Lieferstatus Attribute Baumkontrolle-Maßnahmen

Einige Attribute der Gruppe Baumkontrolle-Maßnahmen zeigen eine gute, im Durchschnitt mittelfristige Verfügbarkeit (Bild 41). Als einzelne Attribute spiegeln sie jedoch nicht das zusammenhängende

Maßnahme-Spektrum der Baumkontrolle wider: Eine Angabe einer Maßnahme mit dazugehöriger Dringlichkeit und Angabe zum Arbeitsbereich am Baum ist inhaltsreicher als ohne Verknüpfung. Einzelne Attribute sollten aufgrund der geringen Verfügbarkeit im Datenmodell entfallen (Attribut Arbeitshinweis) oder mit anderen Attributen zusammengelegt werden (Attribut Untersuchungsbedarf zu Maßnahmen).

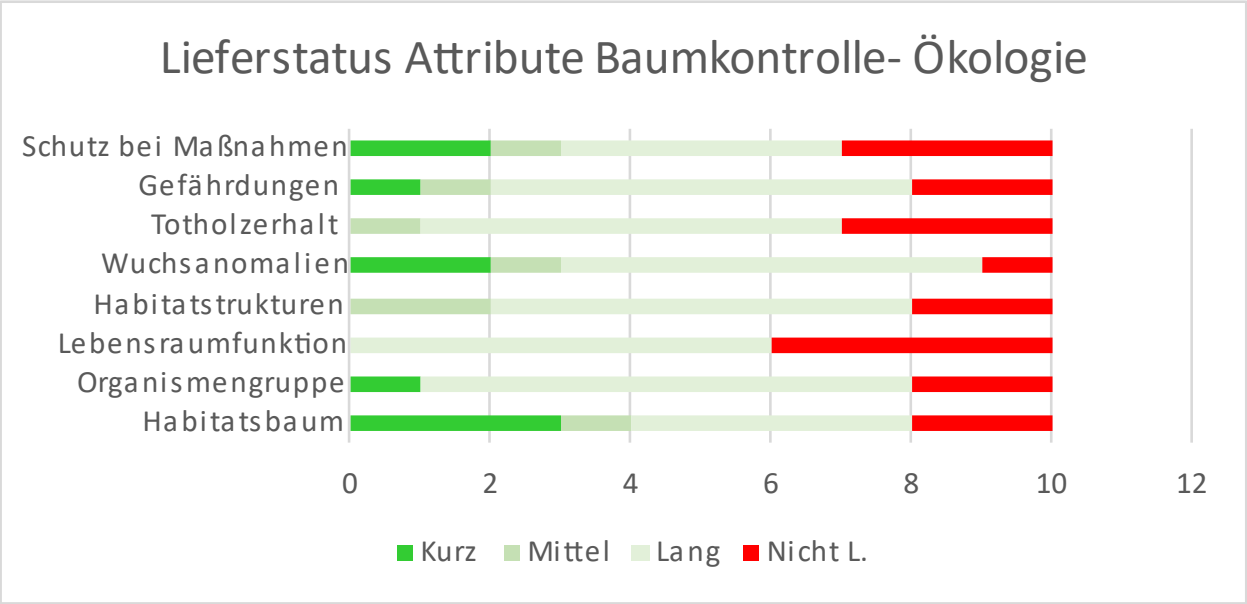


Bild 12 Lieferstatus Attribute Baumkontrolle-Ökologie

Die Verfügbarkeit der Attribute aus dieser Gruppe (Bild 42) ist langfristig etwas höher als erwartet, da die Baumkontrolle auch Merkmale erfasst, die neben ihrer Hauptaussage bezüglich Baumzustand und Verkehrssicherheit auch eine Aussage zur ökologischen Bewertung ermöglichen. Wuchsanomalien und Organismengruppen können Hinweise auf eine Beeinträchtigung der Baumgesundheit geben und zugleich Information über Habitatstrukturen und die faunistische Besiedlung liefern.

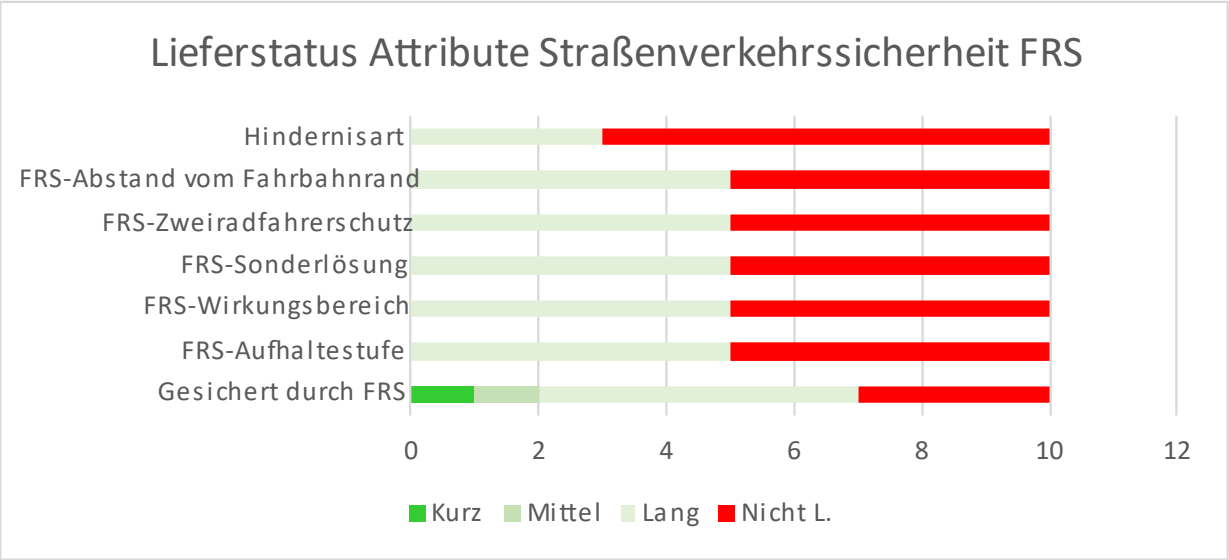


Bild 13 Lieferstatus Attribute Straßenverkehrssicherheit FRS

Die Lieferbarkeit von Attributen, die Eigenschaften eines Fahrzeugrückhaltesystems beschreiben, ist äußerst gering (Bild 43). Lediglich die Information, ob ein FRS am Baumstandort vorhanden ist, scheint etwas besser verfügbar zu sein. Insgesamt ist diese Attributgruppe für den Baumkontrolleur sachfremd und sollte aus dem Datenmodell entfernt werden, da sie durch die Baumkontrolleure nicht ausreichend erhoben werden kann.

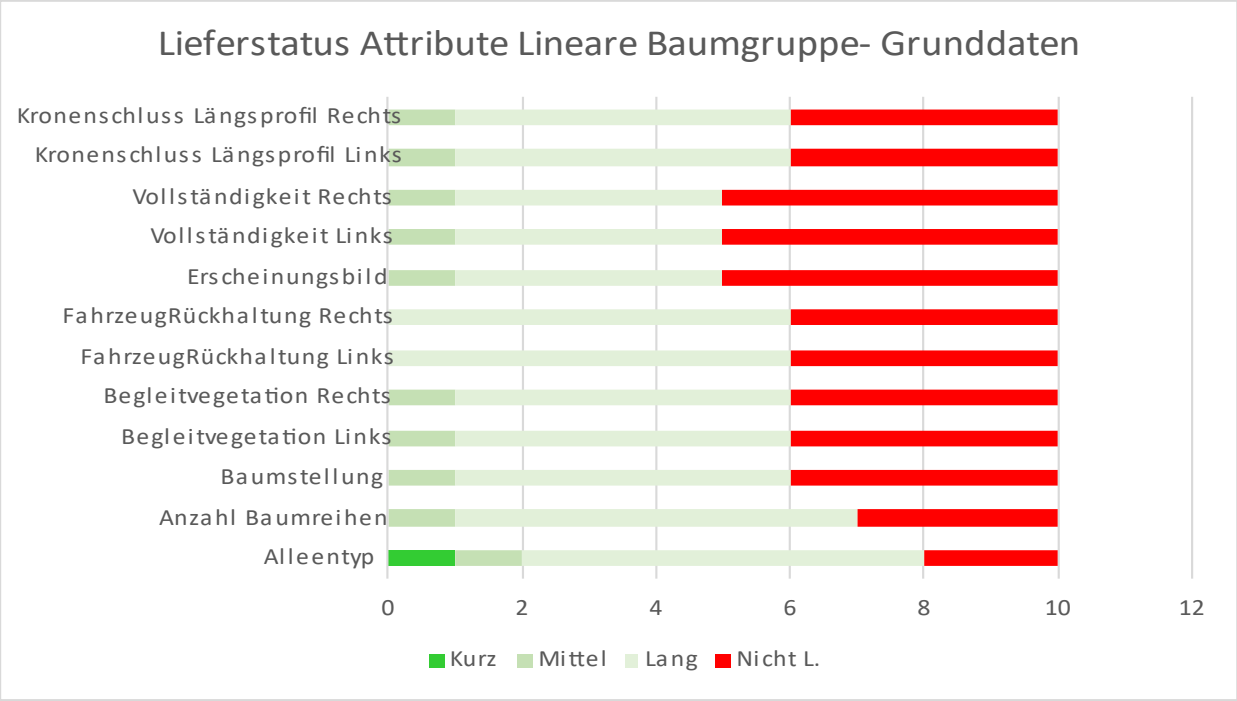


Bild 14 Lieferstatus Attribute Lineare Baumgruppe - Grunddaten

Diese Attributgruppe repräsentiert erwartungsgemäß und exemplarisch die sehr geringe Verfügbarkeit von Attributen aus den Bereichen Lineare Baumgruppe, Alleenmanagement und Gehölzflächen (Bild 44). Dies ist insofern nachvollziehbar, da die existierenden Baumkataster auf die Gewährleistung der Verkehrssicherheit durch die Baumkontrolle fokussiert sind und nur marginal Elemente zur Charakterisierung von Baumreihen und Alleen berücksichtigen. Da ein Hauptziel des bundesweiten Datenmodells der Erhalt und die Förderung von Alleen sind, sollte diese Attributgruppe optimiert und vereinfacht werden, um die Etablierung in den Bundesländern zu fördern und langfristig zu gewährleisten.