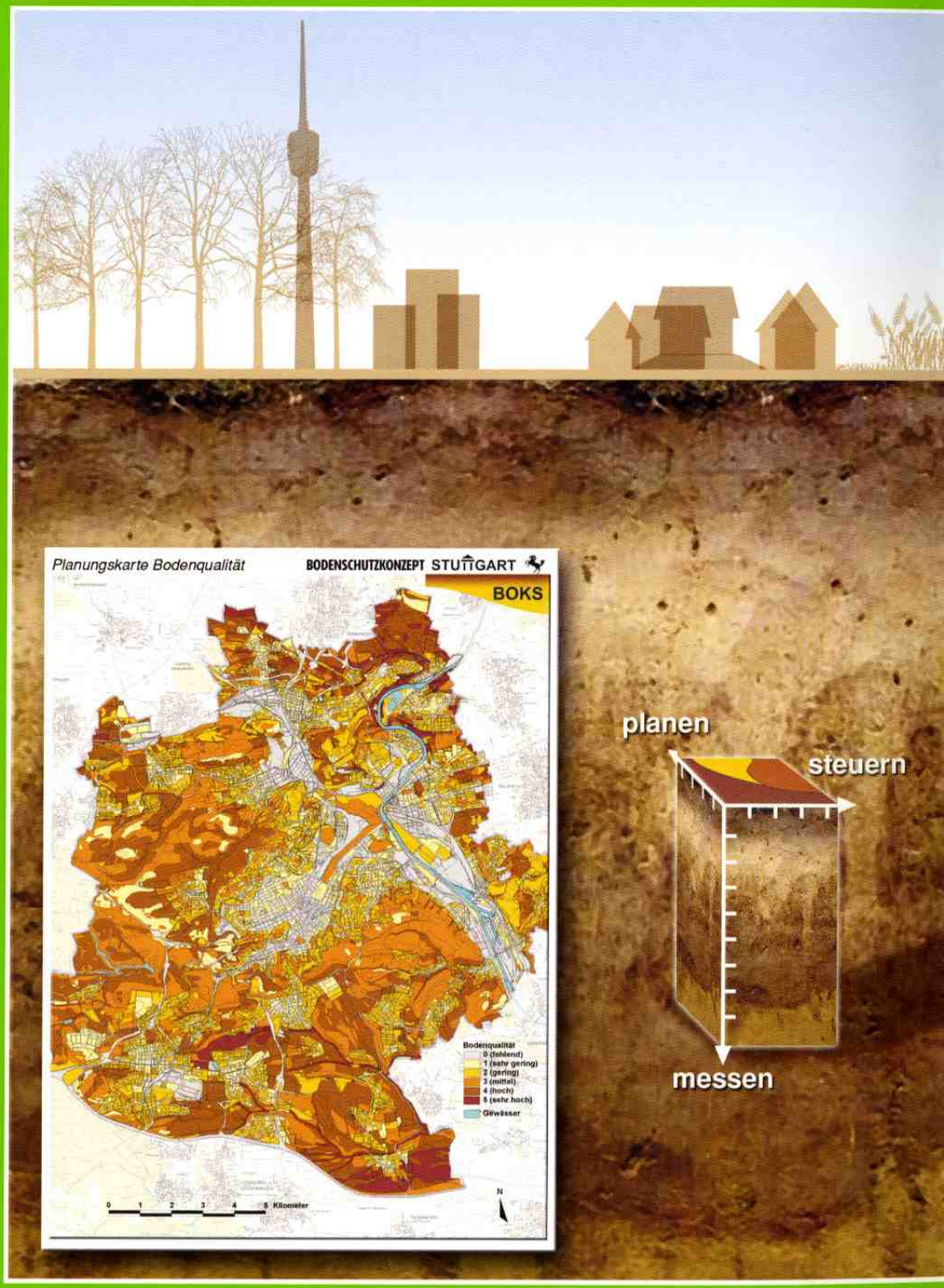
STUTTGART

Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz - Heft 4/2006

Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
Projektförderung: Umweltministerium Baden-Württemberg

Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS)



Impressum

Herausgeberin:
Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
Abteilung Immissions-, Bodenschutz-,
Wasserrechts- und Abfallrechtsbehörde

Projektförderung:
Umweltministerium Baden-Württemberg

Bearbeitung:
Prof. Dr. G. Wolff, Landeshauptstadt Stuttgart,
Amt für Umweltschutz

Unter Mitwirkung von:
Dr. A. Kübler, Universität Stuttgart, Institut für Geographie
Dr. K. Noé, ARCADIS Consult GmbH
H. Schwenk, Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz

Redaktion:
Prof. Dr. G. Wolff, H. Schwenk, P. Blümlein

Gestaltung und Produktion:
media_projekt e.K, Stuttgart

Schutzgebühr: 8,00 Euro
Stuttgart, Dezember 2006

ISSN 1438-3918

Titelseite:
Parabraunerde aus Löss unter verschiedenen Nutzungen
(schematisch) mit der Planungskarte Bodenqualität Stuttgart

Vorwort

Matthias Hahn

Bürgermeister für Städtebau und Umweltschutz
der Landeshauptstadt Stuttgart

Joachim von Zimmermann

Leiter des Amtes für Umweltschutz
der Landeshauptstadt Stuttgart

Die Industrialisierung um 1900 löste auf Stuttgarter Gemarkung ein stetiges Siedlungswachstum aus. Mit dem Wirtschaftswunder in den 50er Jahren des vorigen Jahrhunderts breitete sich die Stadt neuerlich und immer mehr aus, sodass heute bereits ca. 50% des Stadtgebiets zum Siedlungsbereich zählen. Weil die Inanspruchnahme immer neuer Flächen dazu führt, dass wir rasch an die Grenzen der Stuttgarter Gemarkung stoßen, haben wir schon vor Jahren begonnen, diesen Trend zu brechen.

Wir haben den durchschnittlichen Neuverbrauch von einst 61 ha/Jahr in den 80er Jahren auf knapp 14 ha/Jahr im vergangenen 5-Jahreszeitraum zurück geschraubt und kümmern uns mit dem Konzept zum nachhaltigen Bauflächenmanagement Stuttgart seit 2002 gezielt um eine Wiedernutzung von Flächen im Innenbereich. Das mindert den Druck neuer Inanspruchnahmen und entlastet den Außenbereich. Deshalb wollen wir nach dem im Jahr 2001 aufgestellten Flächennutzungsplan 2010 unseren voraussichtlichen Flächenbedarf bereits zu 80% im Bestand und nur noch zu 20% im Außenbereich decken. Gleichzeitig sind wir bestrebt, dieses Ziel ständig zu verbessern.

Wir haben verstanden, dass bei einer Bebauung weniger die Fläche als zweidimensionale Ebene, sondern vielmehr der Boden als dreidimensionaler Funktionsraum betroffen ist. Dabei wird uns immer mehr bewusst, wie funktionstaugliche Böden - gerade im Ballungsraum - die Lebensqualität sichern. So werden auf Stuttgarter Gemarkung jährlich ca. 5300 Tonnen Staub aus der Luft abgelagert. Ein Großteil davon wird von den Böden gebunden. Sie nehmen Niederschläge auf und geben sie verzögert an Atmosphäre und Grundwasser weiter. Sie mindern so die Gefahr von Überschwemmungen und tragen positiv zu einem gesunden Stadtklima sowie zur Bildung sauberen Grundwassers bei. Gleichzeitig „verarbeiten" unsere Waldböden ca. 90 000 Tonen Laub pro Jahr und selbst unsere Stadtböden wirken noch als Puffer. Sie halten einen Teil der eingetragenen Schadstoffe, bevor diese ins Grundwasser gelangen können, fest und bauen diese – in Raten von mehreren Tonnen pro Jahr - sogar langsam ab.

Weil Verluste an Bodenqualität einer gesunden Stadtentwicklung entgegenwirken, wollen wir keine weiteren Defizite zulassen. Deshalb wollen wir den Boden künftig besser in die Bauleitplanung integrieren. Dazu brauchen wir neben geeigneten Grundlagen vor allem Methoden und Ziele, die für die Planung taugen und unseren Ansprüchen, auch im Hinblick auf eine Steuerung der Bodeninanspruchnahme, gerecht werden. Aus diesem Grund haben wir 2001 zusammen mit dem damaligen Ministerium für Umwelt und Verkehr die Initiative zur Entwicklung des Bodenschutzkonzepts Stuttgart (BOKS) ergriffen.

Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS)

Instrumente und Methoden zum konzeptionellen Bodenschutz

am Beispiel der Landeshauptstadt Stuttgart

Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz - Heft 4/2006

Am Zustandekommen der Ergebnisse, die wir in dieser Broschüre vorstellen, waren neben einer Vielzahl von Experten auch diejenigen beteiligt, die an der Umsetzung des Bodenschutzkonzepts mitwirken – und das sind Stadtplaner und Vertreter aus dem Gemeinderat. Sie haben mit uns zusammen die Ansätze zum BOKS vorab an Stuttgarter Beispielen auf Praxistauglichkeit getestet. Diese Einbindung der späteren Nutzer sowie die durchweg positiven Ergebnisse der Tests verschafften dem BOKS eine breite Akzeptanz.

Das hat auch den Stuttgarter Gemeinderat überzeugt. Er hat das BOKS und dessen Methoden, einschließlich der zugehörigen Zielvorstellungen formal übernommen und für die Verfahren der Bauleitplanung als verbindlich erklärt.

Das zeigt, dass unser Bodenschutzkonzept für uns Stuttgarter nicht als Hindernis zählt. Wir schätzen es vielmehr als eine wertvolle Planungshilfe hoch ein. Dadurch hat für uns der Boden in der Planung mit den traditionellen Schutzgütern wie Luft, Wasser und Arten gleichgezogen. Das ist wichtig, weil wir im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung auch mit dem Boden sparsamer und schonender als bisher umgehen wollen und eine haushälterische Bewirtschaftung anstreben.

Matthias Hahn
Bürgermeister

J. v. Zimmermann

Joachim von Zimmermann
Stadtdirektor

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

BBodSchG	*Bundesbodenschutzgesetz*
BOKS	*Bodenschutzkonzept Stuttgart*
BW	*Baden-Württemberg*
BX	*Bodenindex*
BX-Punkte	*Bodenindexpunkte*
EAG-Bau	*Europarechtsanpassungsgesetz Bau*
FFH	*Flora-Fauna-Habitat*
FIS-AGB	*Fachinformationssystem - Altlasten -Grundwassergefährdende Flächen - Schädliche Bodenveränderungen*
GIS	*Geoinformationssystem*
ISAS	*Informationssystem Altlasten Stuttgart*
K	*Kontrolle*
Lk	*Luftkapazität*
NBS	*Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart*
NatSchG	*Naturschutzgesetz*
nFK	*nutzbare Feldkapazität*
Nt	*Gesamtstickstoff*
OU	*Orientierende Untersuchung*
pH-Wert	*Maßzahl für Wasserstoff-Ionen-Aktivität in der Bodenlösung, kennzeichnet saure, neutrale oder alkalische Reaktion des Bodens*
QS	*Qualitätsstufe*
S	*Sanierung*
SBV	*Schädliche Bodenveränderung*
S-Wert	*Kationische Basen (Nährstoffversorgung)*
U	*Untersuchung*
WAABIS	*Wasser, Abfall, Altlasten, Boden Informationssystem*

1. Einführung

Auf der Veranstaltung „Stuttgart macht dicht" zur lokalen Agenda am 29.11.2000 stellten Vertreter aus Politik, Wissenschaft und Verwaltung einvernehmlich fest, dass der ökonomisch-ökologische Umgang mit den noch vorhandenen naturnahen Böden entscheidende Bedeutung für eine zukunftsfähige Entwicklung in Stuttgart besitzt. Grund hierfür waren alarmierende Zahlen zum Flächen- und Bodenverbrauch, wobei die Grenze des Flächenwachstums in Stuttgart im Wesentlichen erreicht ist. Etwas mehr als 50% der 207 km² großen Gemarkung werden für Besiedlung und Verkehr beansprucht. Sofern man die Waldanteile von 24% berücksichtigt, verbleibt etwa ein Viertel des Stadtgebiets als Freifläche, die für den Natur- und Landschaftsschutz, die Landwirtschaft oder die Erholung eine wichtige Rolle spielt. Analysen zur Stadtentwicklung zeigen einen rapiden Verlust an Boden und Freifläche von 1900 bis heute und prognostizieren, dass die Böden Stuttgarts bei anhaltender Dynamik bis etwa 2080 komplett besiedelt sein werden **(Abb. 1)**.

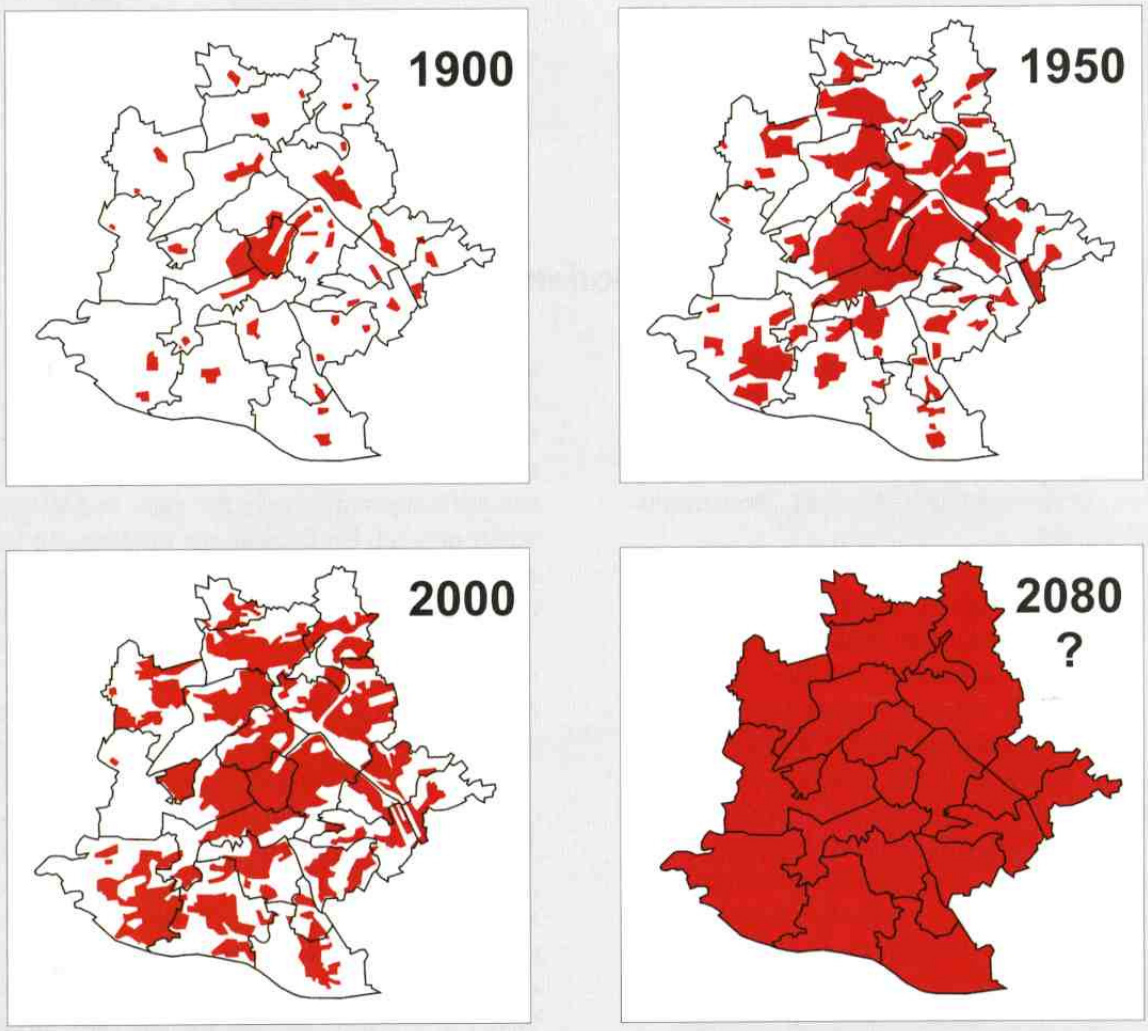


Abb. 1: *Entwicklung der Siedlungsfläche in Stuttgart*

Diese Vorhersage, bei der die Bodenressourcen der Besiedelung und dem Verkehr komplett zum Opfer fallen, bedeutet für Stuttgart, dass der bisherige Umgang mit Boden und Fläche in absehbarer Zeit an seine Grenzen stößt. Insofern ist der Bedarf an Lösungen groß, welche den herkömmlichen Trend aufhalten und den Neuverbrauch – d.h. die neue Inanspruchnahme naturnaher Böden - in geregelte Bahnen lenken. Derartige Konzepte sind jedoch nur dann Erfolg versprechend, wenn diese konsequent eine nachhaltige Bewirtschaftung der Bodenressourcen verfolgen.

1.1 Flächenverbrauch und Flächenmanagement

Beim so genannten „Flächenverbrauch" handelt es sich um eine Nutzungsänderung, wobei keine wirklichen „Flächenverluste", also kein echtes Defizit an Fläche auftritt. Dagegen kommt es im Bereich der betroffenen Flächen vielfach zu einer Einschränkung oder zum Totalverlust der Bodenfunktionen. Vermutlich deshalb werden die Begriffe „Flächenverbrauch" und „Bodenverbrauch" im normalen Sprachumgang oft synonym verwendet.

Ungeachtet dessen liegt einer Steuerung des „Flächenverbrauchs" - dem so genannten „Flächenmanagement" - ein vereinfachtes 2-dimensionales Betrachtungsmuster zugrunde. Hierbei zählen „Flächeninanspruchnahmen" als genereller Bodenverlust. Gleichzeitig gelten naturnahe Böden ohne weitere Differenzierung als funktionstauglich. Das Maß der Fläche kennzeichnet in diesem Zusammenhang bestenfalls die Menge (= Quantität) der betroffenen Böden. Die tatsächliche Funktionserfüllung (= Qualität) der Böden ist dabei unbekannt und spielt mehr oder weniger keine Rolle. Insofern ist ein „Flächenmanagement" rein quantitativ orientiert und konzentriert sich auf einen sparsamen Umgang mit Fläche und den dort vorkommenden Böden – allerdings ungeachtet deren Qualität.

Dennoch vertritt das „Flächenmanagement" einen wichtigen Teilaspekt des konzeptionellen Bodenschutzes. Es ist eine wichtige Methode, mit der Zugriffe auf funktionstaugliche (= qualitativ gute) Böden gemindert oder verhindert werden können. Zudem hat es v.a. dort seine Berechtigung, wo qualitativ sehr einheitliche Böden verbreitet sind. Hier entfallen i.d.R. differenziertere Betrachtungen, da die qualitativen Aspekte durch das „Flächenmanagement" mit abgedeckt sind.

1.2 Bodeninanspruchnahme und Bodenverbrauch

Unsere Böden werden zunehmend durch menschliche Siedlungsaktivitäten und Verkehrserschließungen in Anspruch genommen. Dieser Vorgang und dessen Konsequenzen werden umgangssprachlich gerne als „Bodenverbrauch" bzw. als „Bodenverluste" bezeichnet.

In Wirklichkeit wird der Boden aber nur in seltenen Fällen und dann auch nur in Teilen „verbraucht" (z.B. durch Stoffentzug) oder „verloren" (z.B. durch Aushub). Da Boden trotz der Beanspruchung meist an Ort und Stelle verbleibt oder als Bodenmaterial anderenorts wieder Bodenfunktionen wahrnimmt, handelt es sich meist um negative, durch Inanspruchnahme verursachte Veränderungen des Bodens, die zu Einschränkungen bzw. Verlusten von Bodenfunktionen führen. Da die Gesamtheit der wirksamen Bodenfunktionen die Güte (= Qualität) des Bodens bestimmt, sind bei Bodeninanspruchnahmen qualitative Beeinträchtigungen beinahe unvermeidlich. Diese treten nicht nur an der Erdoberfläche auf, sondern im gesamten 3-dimensionalen „Funktionsraum Boden".

Bis zu Beginn des 20. Jahrhunderts verlief die Bodeninanspruchnahme viel langsamer. Die Siedlungen wuchsen nur sehr langsam und der Verkehrswegebau hatte noch einen untergeordneten Flächenbedarf. Der Druck auf funktionstaugliche Böden war noch gering, sodass Eingriffe in die für Naturkreisläufe wichtigen Böden (z.B. Auenböden in den Überflutungsbereichen) weitgehend unterblieben. Produktive Böden wurden damals im Zuge einer verträglichen Landwirtschaft ausschließlich zum Anbau von Nahrungsmitteln oder zur Vieh- und Weidewirtschaft genutzt. Ein Großteil der Bevölkerung lebte zu dieser Zeit im direkten, oft täglichen Kontakt mit und vom Boden.

Heute dagegen gibt es zum Boden kaum noch einen individuellen Bezug. Die Bevölkerung verdient ihren Lebensunterhalt mehrheitlich in der Industrie und durch Dienstleistungen. Deshalb und aufgrund der immer produktiveren Landwirtschaft bzw. aufgrund zunehmender Nahrungs- und Futtermittelimporte haben die Böden ihre Bedeutung als regionale Nahrungs- und Erwerbsgrundlage immer mehr verloren. Gleichzeitig steigt der Flächenanspruch pro Kopf, vor allem für Wohnraum (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART 2000a), ständig. Dies hat traditionelle Hemmschwellen beseitigt, sodass der aktuelle Bedarf durch die Inanspruchnahme von immer mehr und immer höherwertigeren Böden im Umfeld der Städte und Ortschaften gedeckt wird.

Dies geschieht selten im Rahmen gezielter Abwägungsprozesse, sondern eher in Unkenntnis der Sachlage, wobei die Konsequenzen nicht zutreffend abgeschätzt werden können. Meist herrschen unzureichende Vorstellungen zu den Wirkungskreisläufen

zwischen Boden, Wasser und Luft (Klima) oder sind Erwartungen an Möglichkeiten der Reversibilität oder des Ausgleichs verloren gegangener Bodenfunktionen zu optimistisch. Hauptgrund ist aber, dass der Boden in seiner Qualität für Viele kaum fassbar ist.

Daher werden qualitative Bodenverluste in der Öffentlichkeit und in der Planungspraxis - gerade auch auf kommunaler Entscheidungsebene - noch wenig wahrgenommen. Die Unkenntnis mittel- und langfristiger Konsequenzen führt dazu, dass die Funktionswirkung - also die Qualität - der Böden weder Diskussionsgegenstand noch Entscheidungskriterium ist. Dabei fehlt es an Informationen zu Bodenfunktionen durchaus nicht, sie sind jedoch meist nur schwer zugänglich. Auch sind zugehörige Daten und Beschreibungen für potenzielle Anwender, die meist keine bodenkundlichen Vorkenntnisse besitzen, oft wenig verständlich und somit kaum verwertbar.

Insofern ist man trotz guter Absichten vielerorts ratlos und hält mangels tauglicher Ansätze an der bisherigen Vorgehensweise wie folgt fest: Der Verlust an Boden(-funktionen) wird nur unzureichend und wenig sachgerecht gegenüber sonstigen Belangen und Interessen abgewogen. Der in Anspruch genommene Boden zählt einfach als nicht differenzierter Verlust und wird meist nur als Verlust von „Fläche" abgebucht. Damit werden aber Entscheidungsprozesse, die einen sorgfältigen und sachgerechten Interessensabgleich verlangen, im Grundsatz formal angreifbar.

1.3 Anlass und Einstieg in den konzeptionellen Bodenschutz

Seit Anfang der 90-er Jahre sucht die Stadt Stuttgart nach Möglichkeiten, mit denen der Boden als Abwägungsgegenstand in die kommunale Bauleitplanung integriert werden kann.

Deshalb wurde bereits früh eine Bestandsaufnahme in Form einer flächendeckenden Bodenkartierung (HOLLAND 1995, 1996) veranlasst. Sie war lange Zeit Grundlage für erste Schritte in Richtung einer Qualitätsbewertung der Stuttgarter Böden. Etwa gleichzeitig kamen Bemühungen in Gang, den Siedlungsdruck, der die Böden im Außenbereich bedroht, zu mindern. Ergebnis hiervon waren Bemühungen um eine verstärkte Innenentwicklung. Aus diesem Grund wurde bereits 2001 im Flächennutzungsplan (FNP) 2010 festgelegt, dass der voraussichtliche Flächenbedarf in der Landeshauptstadt Stuttgart künftig zu 80% im Bestand und nur noch zu 20% im Außenbereich gedeckt werden soll.

Trotz dieser guten Ansätze war jedoch schnell klar, dass es zusätzlicher Anstrengungen bedarf, damit eine nachhaltige Wirkung bei der Eindämmung des Bodenverbrauchs erzielt werden kann. Aus diesem Grund wurde 2001 das Projekt „Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart" (NBS) ins Leben gerufen. Obwohl „Flächenrecycling" - das bedeutet in Wirklichkeit die Neunutzung bereits beanspruchter Böden im Innenbereich - in Stuttgart bereits seit Jahren erfolgreich praktiziert wird (Abb. 2), verspricht die konzeptionelle Suche nach Möglichkeiten der Innenentwicklung und entsprechend gezieltes Management eine zusätzliche Sicherung der Böden im Außenbereich. Man hat richtig erkannt, dass es sich bei den vorgenutzten „Bauflächen" um ein wichtiges Potenzial handelt, das sich mit jeder Nutzungsaufgabe immer wieder erneuert.

Parallel dazu hat sich in Stuttgart aber auch das Bewusstsein entwickelt, dass dies bei der natürlichen Ressource Boden anders ist. Weder können verbrauchte Böden wiederhergestellt werden, noch entstehen sie in überschaubaren Zeiträumen neu. Jede zusätzliche Inanspruchnahme von Böden - v.a. von naturnahen Böden im Außenbereich - ist daher ein irreversibler Verlust. Insofern verlangt der schonende Umgang mit Boden nachhaltige Schutzkonzepte, welche eine Entscheidungsgrundlage für sorgfältige Planungs- und Abwägungsprozesse darstellen.

Die bisher verfügbaren Ansätze im konzeptionellen Bodenschutz waren aber – speziell für Stuttgarter Bedürfnisse - wenig befriedigend. Weder konnten die Qualität der Böden noch die Bodeninanspruchnahmen verständlich dargestellt, gemessen und bewertet werden. Insofern verhinderte besonders der Mangel an geeigneten Fachgrundlagen und Methoden bislang die Entwicklung strategischer Zielvorstellungen für den schonenden Umgang mit Boden.

Aus diesem Grund hat sich die Stadt Stuttgart 2001 entschlossen, gemeinsam mit dem Umweltministerium Baden-Württemberg ein Bodenschutzkonzept ausarbeiten zu lassen. Diese Initiative hat 2004 mit

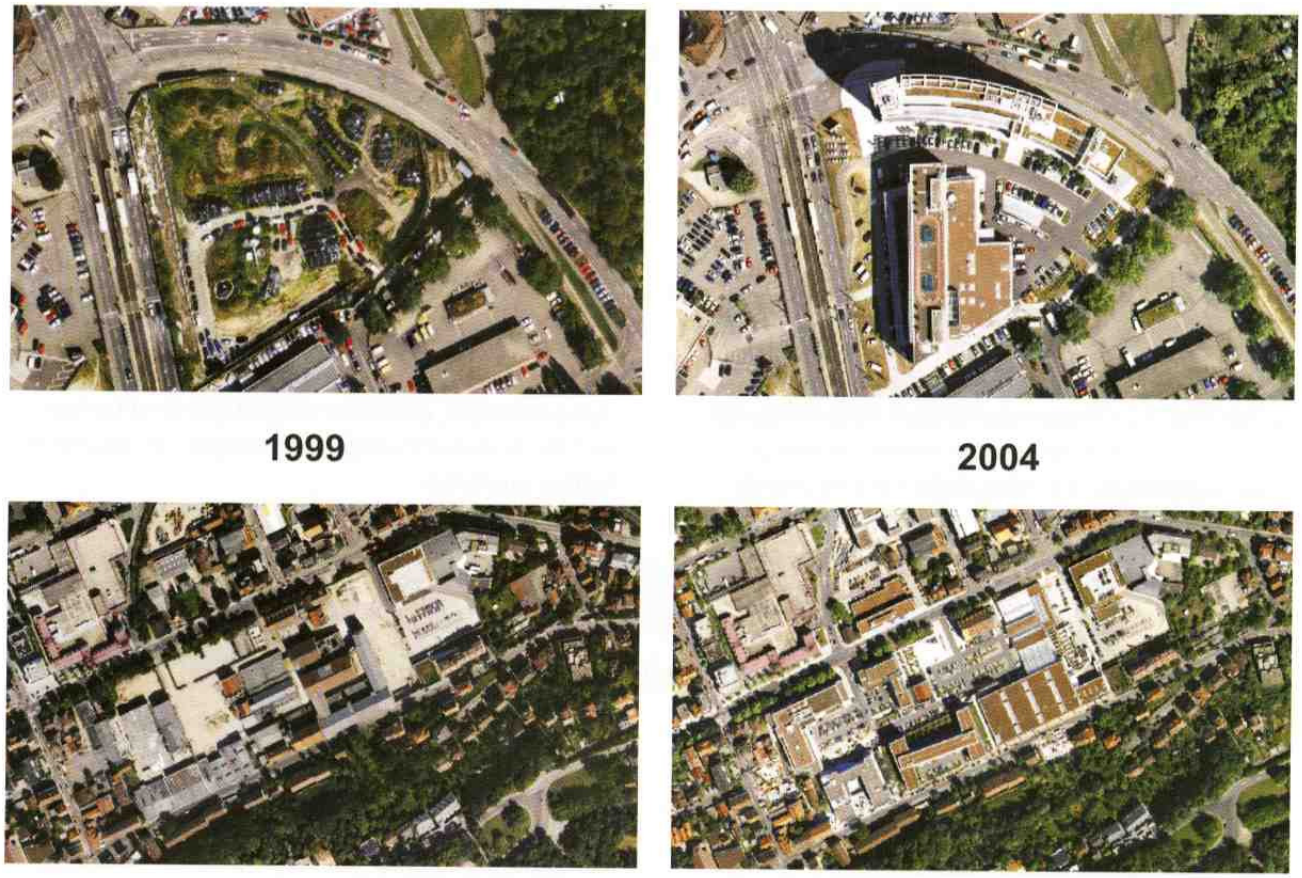


Abb. 2: *Beispiele für Flächenrecycling in Stuttgart-Feuerbach;*
oben: ehem. Lack-Schaal Gelände; unten: ehem. Roser-Areal. Beides waren massiv kontaminierte Altstandorte. Insofern mussten die dortigen Böden und das Grundwasser vor der Neunutzung zunächst aufwändig saniert werden.

Inkrafttreten des Gesetzes zur Anpassung des Baugesetzbuchs an EU-Richtlinien (Europarechtsanpassungsgesetz Bau – EAG Bau) stark an Aktualität gewonnen, weil dort konkrete Forderungen zu konzeptionellen Vorüberlegungen in der Bauleitplanung – auch hinsichtlich des Bodens – verankert sind (BUNDSEREGIERUNG 2004). Des Weiteren stieg dieses Projekt in seiner Bedeutung, weil das Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz (LBodSchAG) die Bodenschutz- und Altlastenbehörden ermächtigt, auf einen sparsamen, schonenden und haushälterischen Umgang mit Boden und Fläche hinzuwirken (LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG 2004).

2. Bodenschutzkonzept Stuttgart - das Projekt BOKS

Das Projekt „**Bo**denschutz**k**onzept **S**tuttgart" (BOKS) wurde vom Amt für Umweltschutz der Landeshauptstadt Stuttgart und dem Stuttgarter Gemeinderat initiiert, der mit Beschluss vom 06.03.2001 die Entwicklung praxistauglicher Ansätze in Auftrag gegeben hat. Auf Antrag der Landeshauptstadt Stuttgart bewilligte das damalige Ministerium für Umwelt und Verkehr – heute das Umweltministerium - eine Förderung, durch die das Vorhaben ab September 2001 realisiert werden konnte. Der Abschlussbericht zum Projekt BOKS wurde Ende 2004 vorgelegt (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART 2004). Die dort beschriebenen Ergebnisse waren Grundlage für verschiedene Beschlussanträge im Stuttgarter Gemeinderat, mit denen die Instrumente und Methoden des BOKS formal für verbindlich erklärt werden sollten. Die Herbeiführung dieser politischen Entscheidungen zum BOKS war Aufgabe der Stadtverwaltung und erfolgte im Nachgang zum rein fachlichen Entwicklungsprojekt.

Das Projekt BOKS wurde unter der Leitung des Amts für Umweltschutz Stuttgart und mit Unterstützung durch das Stadtplanungsamt Stuttgart über das Ingenieurbüro ARCADIS und das Geographische Institut der Universität Stuttgart abgewickelt. Die Arbeiten wurden durch einen Beirat begleitet, in dem neben den ausführenden Institutionen das damalige Ministerium für Umwelt und Verkehr, die ehemalige Landesanstalt für Umweltschutz sowie die Universität Hohenheim vertreten waren **(Abb. 3, Anlage 2)**.

Am 12.05.2003 hatten interessierte Stadträtinnen und Stadträte Gelegenheit, die Ergebnisse des Projekts BOKS aus ihrer Sicht zu bewerten und entsprechend den Bedürfnissen der späteren Anwender mit zu gestalten. Parallel dazu wurden die Einschätzungen der kommunalen Verwaltung zur Praxistauglichkeit abgefragt und Hinweise zur Eignung der strategischen Ansätze des BOKS aufgenommen. Nicht zuletzt sollte mit dieser frühen und gezielten Einbindung kommunaler Vertreter eine Grundakzeptanz gegenüber dem Projekt und dessen Inhalten geschaffen werden. Dies schien im Hinblick auf eine spätere formale Einführung in die Verfahrensabwicklung der Bauleitplanung vorteilhaft.

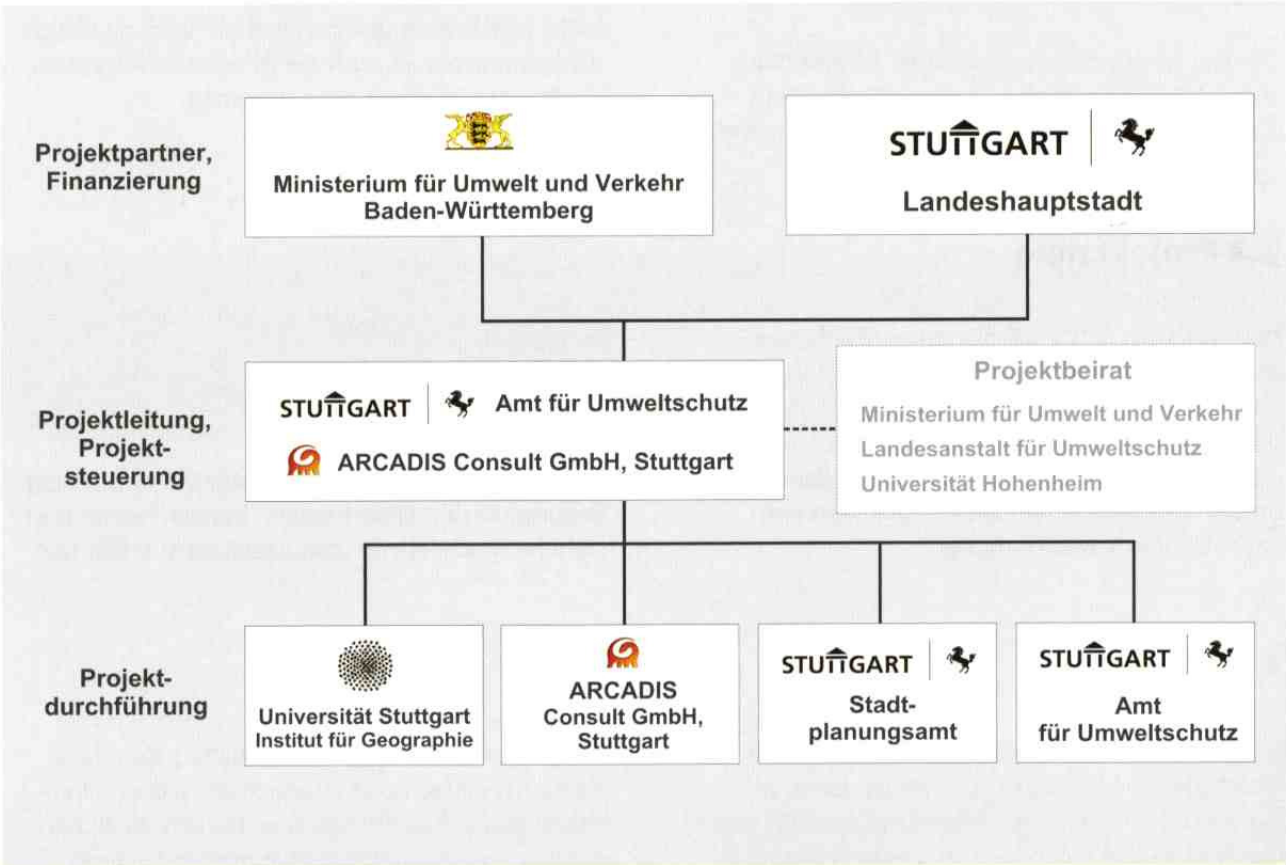


Abb. 3: *Projektorganisation Bodenschutzkonzept Stuttgart*

2.1 Leitgedanke und Zielobjekt

Leitgedanke des Bodenschutzkonzepts Stuttgart ist, dem Boden im Abwägungsprozess der Bauleitplanung einen gleichrangigen Stellenwert wie Luft und Wasser zu verschaffen. Den kommunalen Planern und Entscheidungsträgern sollen geeignete Grundlagen und Methoden zur Verfügung gestellt werden, mit denen

- die Qualität der Böden in der Fläche vermittelt,
- der Bodenverbrauch in Menge und Güte bilanziert und
- die Handlungsspielräume nachhaltiger Bewirtschaftungsansätze aufgezeigt und gezielt genutzt werden können.

Dabei wird besonderer Wert darauf gelegt, keine Entscheidungen vorwegzunehmen oder Planungen zu verhindern. Vielmehr sollen Entscheidungsprozesse ermöglicht und unterstützt werden.

Zielobjekt des vorsorgenden Bodenschutzes ist die Bauleitplanung mit ihren verschiedenen Ebenen. Dort wird nach heutigem Planungsrecht über die Nutzung der vorhandenen Flächen und damit auch über die Inanspruchnahme der dortigen Böden entschieden. Dies geschieht im Rahmen zugehöriger Abwägungsprozesse, bei denen unterschiedliche Belange und Interessen gewichtet werden, die oftmals miteinander konkurrieren oder gar kollidieren.

2.2 Zielgruppe

Die Planungshoheit liegt bei den Kommunen. Gewöhnlich werden die Planungen sowie zugehörige Entscheidungsentwürfe von Planungsbüros und/oder kommunalen Verwaltungen vorbereitet. Die Zustimmung ist jedoch dem örtlichen Gemeinderat vorbehalten. Insofern bringen die Planer die Vorstellungen kommunaler Bodenschutzkonzepte fachlich in die Bauleitplanung ein, die Gremien der Gemeinderäte beschließen die Inhalte.

Darüber hinaus haben die unteren Bodenschutz- und Altlastenbehörden in Baden-Württemberg durch das Landesbodenschutz- und Altlastengesetz einen Prüf- und Überwachungsauftrag, der einen schonenden, sparsamen und haushälterischen Umgang mit Boden sicherstellen soll.

Entsprechend diesen klaren Zuständigkeiten sind die Inhalte und Ergebnisse des Projekts sowohl auf die Bedürfnisse der planenden Kommunen als auch auf hoheitliche Anforderungen, die aus dem gesetzlichen Auftrag resultieren, zugeschnitten. Sie müssen leicht verständlich und handhabbar sein, da sowohl die kommunale als auch die öffentliche Akzeptanz die Praxistauglichkeit mit bestimmen.

2.3 Projektziele

Das Vorhaben BOKS soll die unterschiedlichen Anforderungen vom fachlichen Bodenschutz über die Stadtplanung bis hin zur Entscheidungsebene der Kommune – hier der Stadt Stuttgart - zusammenführen. Es verfolgt das Ziel, den Bodenverbrauch unter modernen Gesichtspunkten einer nachhaltigen Bewirtschaftung

- planbar,
- messbar und
- steuerbar

zu machen. Nach eingehender Analyse einschlägiger Bedürfnisse und Erwartungen, müssen hierbei nachstehend beschriebene Voraussetzungen erfüllt sein.

2.3.1 Planbarkeit

Damit der Wirkungsraum Boden sachgerecht in den Abwägungsprozess integriert werden kann, muss die Inanspruchnahme der Böden in Quantität und Qualität planbar sein. Deshalb werden Planungskarten benötigt, welche die räumliche Verteilung der Bodenqualität aufzeigen. Die Inhalte sollen dabei möglichst einfach und übersichtlich, jedoch hinreichend genau beschrieben sein. Da sich die Bodennutzung gerade in Ballungsräumen rasch ändert, müssen zugehörige Detailgrundlagen mit geringem

Aufwand aktualisierbar sein. Sie sind ferner so zu strukturieren, dass sie leicht in Geoinformationssystemen gehalten und miteinander verknüpft werden können.

In der Vergangenheit gab es kaum geeignete Methoden, mit denen die „Bodenqualität" praxistauglich bewertet und in ihrer räumlichen Verteilung planungsgerecht veranschaulicht werden konnte. Insofern galt es, zunächst eine Pilotversion einer geeigneten Planungskarte herzustellen. Sie ist zentrale Grundlage für die weiteren Entwicklungen, mit denen der Bodenverbrauch gemessen und gesteuert werden soll.

2.3.2 Messbarkeit

Zugriffe auf die Ressource Boden bedeuten mehr als einen rein quantitativen Verlust an Bodenfläche. Maßgeblich ist auch die Einbuße an Bodenqualität, weil mit jeder Inanspruchnahme der Wirkungsgrad der natürlichen Bodenfunktionen eingeschränkt wird oder ganz verloren geht. Insofern setzt schonender und haushälterischer Umgang mit Boden Entscheidungen voraus, die auf ganzheitlichen Beurteilungen beruhen. Hierzu benötigt man Indikatoren, die den Verbrauch von Boden in einer Kombination von Quantität (Fläche) und Qualität (Güte) kennzeichnen.

Weil bislang keine taugliche Bodenindikation verfügbar war, welche diesen Ansprüchen gerecht wurde, galt es, eine solche zu entwickeln. Mit ihrer Hilfe muss sowohl der Ist-Zustand als auch der künftige Planzustand der Böden objektiv mess- bzw. prognostizierbar sein. Damit soll die Möglichkeit geschaffen werden, unterschiedliche Planungsvarianten abgleichen zu können. Ferner sollen mit Werten aus der Bodenindikation Trendentwicklungen dargestellt und kontrolliert werden können. Dies ist Voraussetzung, dass sie als Indikatoren taugen und die Bodenindikation zur Steuerung eingesetzt werden kann.

2.3.3 Steuerbarkeit

Boden zählt zu den nicht vermehrbaren Ressourcen. Sofern man die vorhandenen Bodenvorräte haushälterisch bewirtschaften und deren Verbrauch steuern will, benötigt man sowohl geeignete Methoden als auch entsprechend nachhaltige Strategien und Leitbilder. Dies setzt klare Zielentscheidungen zu Qualitäts- und Zeitvorstellungen voraus, welche die Anforderungen der Nachhaltigkeit erfüllen. Dann muss die Bewirtschaftung so gelenkt werden können, dass diese Ziele zügig erreicht und sicher eingehalten werden.

Zunächst ist es wichtig, unterschiedliche Strategien zur Bewirtschaftung der Bodenressourcen und deren Aussicht auf Nachhaltigkeit zu analysieren. Dabei soll ein Leitbild identifiziert werden, das den nachhaltigen Umgang mit Boden beschreibt. Aus diesem muss hervorgehen, welche Größen maßgebliche Steuerfunktion besitzen und welche Zielentscheidungen notwendig sind. Ferner gilt es zu klären, wie schützenswerte Bodenvorräte einschließlich bewirtschaftbarer Bodenkontingente klassifiziert werden können.

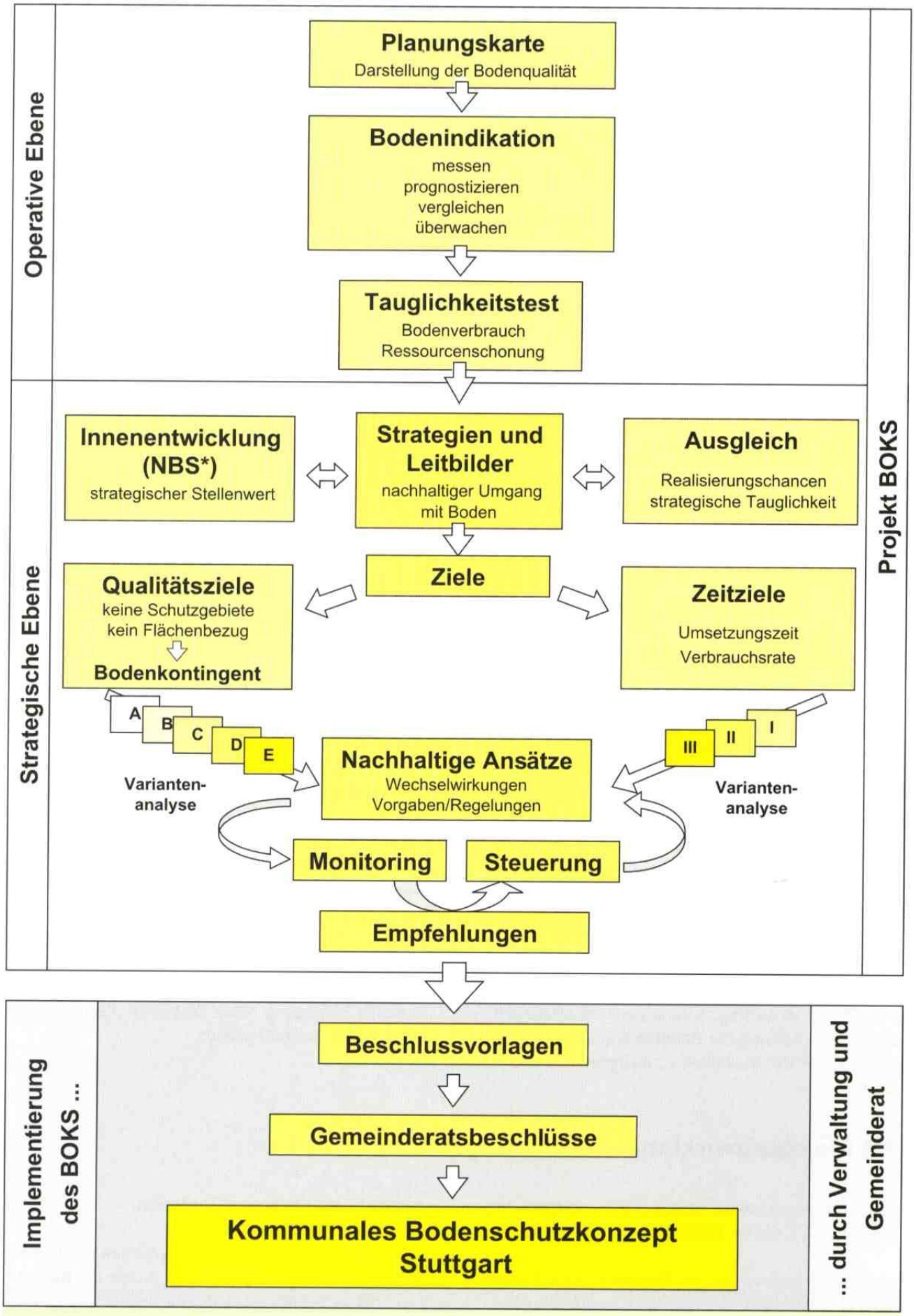
Letztendlich ist dann eine Steuerung gefragt, mit der die Ziele des Bodenschutzes sicher erreicht und eingehalten werden können. Vorteil ist, wenn dies ohne die Festlegung neuer Restriktionsflächen (z.B. Bodenschutzgebiete) gelingt.

2.4 Projektabwicklung

Die Ausarbeitungen im Projekt BOKS erfolgten chronologisch in 3 Stufen **(Abb. 4)**:

Im ersten Schritt wurde die **Planungskarte Bodenqualität** entwickelt. Sie zeigt die Qualität der Stuttgarter Böden in flächiger Verbreitung und ist die fachliche Grundlage, auf der die weiteren Schritte inhaltlich und methodisch aufbauen.

Im zweiten Schritt stand die Messbarkeit des Bodenverbrauchs im Vordergrund. Hier wurde die **Bodenindikation** hergeleitet und getestet, mit welcher der Bodenverbrauch unter Einsatz der Planungskarte objektiv messbar ist.



*NBS = Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart

Abb. 4: *Inhalte und Abwicklung des Projekts BOKS sowie dessen Implementierung*

Im dritten Schritt wurde auf die **Steuerung** der Bodeninanspruchnahme hingearbeitet, die zu den zentralen Bestandteilen eines nachhaltigen Bodenschutzkonzepts zählt. Eingangs lag der Schwerpunkt auf der Analyse von **Strategien** zum Umgang mit Boden. Hierbei sollte herausgefunden werden, welche Ansätze im nachhaltigen Bodenschutz Erfolg versprechend und realisierbar sind. In dieser Phase wurden auch die Wirkungsmöglichkeiten von Ausgleichsmaßnahmen untersucht und bewertet. Dabei kristallisierte sich ein zielführendes **Leitbild** heraus, das die Handlungsmuster und die strategischen Entscheidungserfordernisse konkretisiert. Am Beispiel Stuttgarter Kennwerte wurden mit Hilfe der Bodenindikation ein **Monitoring-System** sowie unterschiedliche **Ziel-Varianten** entwickelt und hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeitswirkung und ihrer Realisierungschancen bewertet. In dieser Phase hatten interessierte Stadträtinnen und Stadträte Gelegenheit, die Projektinhalte und –ergebnisse aus Sicht kommunaler Entscheidungsträger zu bewerten und mitzugestalten. Zur Verbesserung der Praxistauglichkeit und der öffentlichen Akzeptanz wurden die Projektergebnisse ferner im Umweltbeirat der Landeshauptstadt Stuttgart – einem beratenden Gremium aus fachkundigen Bürgern, Vertretern aus Industrie und der Wirtschaft sowie Mitgliedern der Stuttgarter Gemeinderatsfraktionen - erörtert. Hinweise und Anregungen aus dem Umweltbeirat gingen gleichfalls in die hier beschriebenen Ergebnisse ein.

Danach wurde die Übertragbarkeit der Ergebnisse untersucht und **Empfehlungen** zur Implementierung der Projektergebnisse ausgearbeitet.

Es wurde Wert darauf gelegt, dass die Ergebnisse der einzelnen Arbeitsschritte nicht nur den Stuttgarter Bedürfnissen gerecht werden. Sie sind methodisch so angelegt, dass sie bei Bedarf anderenorts durch lokalspezifische Produkte mit gleichartigen oder ähnlichen Inhalten ausgetauscht werden können. Dies öffnet Spielräume für alternative Entwicklungen, die keinesfalls ausgegrenzt werden sollen. Sie können analog zu den Stuttgarter Produkten verwendet werden und äußern sich dann bestenfalls im numerischen Charakter (z.B. Kennzahlen, Rechen-, Messwerte) der darauf aufbauenden Module. An der methodischen Eignung ändert dies jedoch nichts. Entscheidend sind dann vielmehr die übergeordneten Zusammenhänge, die auch künftigen, landesweit einheitlichen Vorstellungen nicht im Wege stehen werden.

Sämtliche Entwicklungen im Projekt BOKS sind in einem Abschlussbericht zusammengefasst (AMT FÜR UMWELTSCHUTZ 2004). Dieser diente der Verwaltung als Grundlage für die Einführung des BOKS in die Praxis der Stuttgarter Bauleitplanung. Gleichzeitig baut diese Broschüre auf den Abschlussbericht auf.

3. Fachliche und kartographische Grundlagen des BOKS

Konzeptioneller Bodenschutz setzt Kenntnisse zur örtlichen Bodenqualität voraus. Insofern wird eine Karte benötigt, welche die Qualität der Böden in ihrer flächigen Verbreitung aufzeigt. Sie soll sämtliche funktionalen Aspekte des Bodens konzentriert abbilden und leicht aktualisierbar sein. Das bedeutet, dass alle erforderlichen Informationsebenen strukturell so angelegt sein müssen, dass sie schnell und ohne Aufwand - am besten in einem Geoinformationssystem (GIS) - gepflegt und miteinander verknüpft werden können.

Weil nicht alle potenziellen Nutzer über bodenkundliche Vorkenntnisse verfügen, müssen die Darstellungen in einer solchen Planungskarte unkompliziert und leicht verständlich sein. Gesucht wird nach einer kartographischen Informationszusammenfassung, die in der Bauleitplanung als objektive Fachgrundlage dient. Erst die Verwendung einer solchen Planungskarte ermöglicht sachgerechte Abwägungen und stärkt so die Rechtsposition kommunaler Entscheidungen gegenüber Einwendungen, welche Mängel bei der Berücksichtigung der örtlichen Bodenqualität in der Bauleitplanung geltend machen. Gleichzeitig trägt diese Planungskarte zur allgemeinen Bewusstseinsbildung bei, weil sie auch Nichtfachleuten gut vermittelt, welche Bedeutung und welchen Wert das vorhandene Bodeninventar besitzt.

3.1 Ermittlung der Bodenqualität

Zunächst wurde eine Planungskarte entwickelt, die den Ansprüchen der Bauleitplanung hinreichend genügt. Sie zeigt die Qualität des Bodens vereinfacht als Gesamtheit der natürlichen Bodenfunktionen einschließlich der Archivfunktion abzüglich anthropogener Funktionshemmnisse wie Altlasten und Bebauung. Diese Funktionsvielfalt sowie deren Beeinträchtigung durch menschliche Einflüsse galt es zunächst schrittweise zu erfassen und zu bewerten.

3.1.1 Maßgebliche Bodenfunktionen

Für die Beurteilung der ökologischen Qualität der Böden wurden die Bodenfunktionen nach § 2, Abs. 2, Ziff. 1 und 2 des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) als maßgeblich erachtet. Das vorhandene Datenmaterial wurde mit den in den nächsten Kapiteln geschilderten Methoden ausgewertet und funktionsspezifisch aufbereitet **(Tab. 1)**.

Bundes-Bodenschutzgesetz § 2, Abs. 2, Ziff. 1 und 2	Planungskarte Bodenqualität
1. Natürliche Funktionen: a) Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen b) Bestandteil des Naturhaushalts, insbesondere mit seinen Wasser- und Nährstoffkreisläufen c) Abbau-, Ausgleichs- und Aufbaumedium für stoffliche Einwirkungen auf Grund der Filter-, Puffer- und Stoffumwandlungseigenschaften, insbesondere auch zum Schutz des Grundwassers	Bodenfunktionen: ■ Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen ■ Ausgleichskörper im Wasserkreislauf ■ Filter und Puffer für Schadstoffe
2. Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte	■ Archiv der Natur- und Kulturgeschichte

Tab. 1: *Ökologisch maßgebliche Bodenfunktionen; Gegenüberstellung Bundes-Bodenschutzgesetz und Planungskarte Bodenqualität*

Hierbei wurden extreme Standortfunktionen für natürliche Vegetation absichtlich nicht gesondert berücksichtigt. Dies ist gemäß Bundes-Bodenschutzgesetz auch nicht verlangt und löst den klassischen Zielkonflikt im Bodenschutz auf, der lange Zeit aus der Sicherung der im hohen Maße multifunktionalen Böden einerseits und dem Schutz der Böden mit besonderen Standortfunktionen für seltene Vegetation andererseits, resultierte. Die Bedeutung der Böden als besondere Pflanzenstandorte geht im Abwägungsprozess der Bauleitplanung dadurch aber nicht verloren. So können Böden mit vegetationsspezifischer Bedeutung leicht in den Karten des Naturschutzes (z.B. Biotop-Atlas) identifiziert werden. Sie sind i.d.R. in naturschutzrechtlich gesicherten Vorranggebieten zu finden, welche samt den dort verbreiteten Böden ihrerseits Gegenstand der Abwägung sind.

Die Nutzungsfunktionen nach § 2, Abs. 2, Ziff. 3 des BBodSchG waren bei der Bewertung der Bodenqualität nur indirekt ausschlaggebend. Grund ist, dass die Bodenqualität vorrangig von den ökologischen Wirkungszusammenhängen bestimmt wird und die Nutzungen vielfach mit einer Bodeninanspruchnahme bzw. mit einer stofflichen anthropogenen Funktionsminderung verbunden sind. Sie wurden bei der Herstellung der Planungskarte über die funktionshemmende Wirkung der Versiegelung und der Altlasten mit berücksichtigt.

3.1.2 Datengrundlagen

Die Ausgangslage zur Herstellung der Planungskarte war in Stuttgart vergleichsweise vorteilhaft. Hier existierte bereits eine flächendeckende Bodenkartierung der Universität Hohenheim, die eine themenspezifische Funktionsbeurteilung (Bodenpotenzial als Standort für natürliche Vegetation, Bodenpotenzial als Puffer und Filter für Schwermetalle) mit einschließt (HOLLAND 1995, 1996).

Diese Bodenkartierung Stuttgart (M 1: 20 000) deckt das gesamte Stadtgebiet, also auch die Siedlungsbereiche, ab. Die gezielte Berücksichtigung von Stadtböden in Stuttgart war notwendig, weil auf mehr als 50% der Gemarkungsfläche „natürliche" Bodenfunktionen zu einem erheblichen Teil von anthropogen geprägten Böden ausgeübt werden. Insofern müssen hier bei einer integralen Funktionsbewertung für naturnahe Böden und Stadtböden gleiche Maßstäbe angesetzt werden. Dieser methodische Grundsatz gilt streng genommen in allen Siedlungsbereichen.

Diese Bodenkartierung Stuttgart ist primär wissenschaftlich orientiert. Aus diesem Grund eignet sie sich zur Klärung spezieller Fragestellungen sehr, für den praktischen Einsatz in der Bauleitplanung dagegen eher weniger. Sie liefert aber wertvolle Grundlagen zur Herstellung der Planungskarte „Bodenqualität". Besonderer Vorteil war die digitale Verfügbarkeit der Kartiereinheiten der Bodenkarte Stuttgart. Das erleichterte eine Zuordnung der einzelnen Funktionen sowie deren weitere Bearbeitung in einem GIS.

In Gebieten außerhalb Stuttgarts gibt es derart flächendeckende Bodenkartierungen noch kaum. Unabhängig davon existieren für diese Bereiche zahlreiche Grundlagen (z.B. geologische Karten, Karten der Bodenschätzung, forstliche Standortkarten, evtl. sogar Bodenkarten), die Auskunft zur örtlichen Bodensituation geben. Meist sind flächendekkend genügend Informationen vorhanden, mit denen erfahrene Fachleute – zumindest für den Außenbereich – hinreichend genaue Planungskarten herstellen können (z.B. LAZAR 2005). Hier ist für den praktischen Einsatz in der Bauleitplanung nämlich mehr eine überschlägige Zusammenfassung und weniger eine feine Differenzierung gefragt.

3.1.3 Methodik der Funktionsbewertung

Weil man im Rahmen des BOKS neutrale und einfache Abstufungen wollte, konnte trotz vorhandener Bodenkartierung auf eine Neubewertung einiger Bodenfunktionen im Stadtgebiet Stuttgart nicht ganz verzichtet werden. Zudem musste die Ausgleichsfunktion mangels bisheriger Berücksichtigung erstmals beurteilt werden. Dabei wurden nach Möglichkeit etablierte Bewertungsmethoden verwendet, die – sofern erforderlich – auf Stuttgarter Bedürfnisse zugeschnitten wurden. Die Informationstiefe der so gewonnenen Ergebnisse eignete sich für die Zwecke der Bauleitplanung bestens, sodass elementare Neuentwicklungen entbehrlich waren.

Aus Gründen der Nachvollziehbarkeit und zur besseren Akzeptanz wurde die Funktionsbewertung vereinfacht. Die Bedarfsanalysen haben gezeigt, dass die Erfüllung der natürlichen Bodenfunktionen in 5 Stufen hinreichend genau klassifiziert werden kann. Hinzu kommt eine Wertstufe 0, die sowohl methodisch als auch für das Verständnis besonders wichtig ist. Sie kennzeichnet ausschließlich solche Böden, die dem Naturkreislauf durch menschliche Einflüsse (z.B. Altlasten, Versiegelung) weitestgehend entzogen sind. Damit sind Böden der Wertstufe 0 immer „schlechter" als die geringwertigsten in der Natur vorkommenden Böden. Das ist konsequent und verdeutlicht, dass Letztere anders als die Böden der Wertstufe 0 immerhin noch, wenngleich in geringem Umfang, natürlichen Prozessen unterliegen.
Die nicht immer bodenkundlich geschulten Anwender finden es methodisch einleuchtend, wenn die Wertstufen etwa in linearer Beziehung zu den maßgeblichen Wirkungszusammenhängen stehen. Andere Proportionalitäten wären nicht nur weniger verständlich, sondern auch schwerer erklärbar. Sie hätten den Charakter einer Priorisierung und wären damit schon aus formalen Gründen weniger akzeptabel, da Schwerpunktsetzungen eher zu den planungshoheitlichen denn zu den fachlichen Aufgaben zählen. Insofern sollte von einer linearen Gewichtung nur in gut begründbaren Ausnahmefällen abgewichen werden. Nachstehende Kapitel zeigen, wie dies in Stuttgart umgesetzt wurde.

3.1.3.1 Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen

Bei der Beurteilung der Funktion **„Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen"** wurde die Methodik aus der Stuttgarter Bodenkartierung (HOLLAND 1995, 1996) übernommen. Sie kann in etwa mit der Funktion als Lebensgrundlage und Lebensraum für Menschen, Tiere, Pflanzen und Bodenorganismen korreliert werden, wobei die das Pflanzenwachstum unterstützende natürliche Fruchtbarkeit eine maßgebliche Rolle spielt. Hierzu gehören auch die pflanzenspezifischen Nährstoffkreisläufe. Die Funktion „Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen" bezieht sich hier auf folgende Parameter, deren Werte den einzelnen Kartiereinheiten zugeordnet sind:

1. Gründigkeit
2. Nutzbare Feldkapazität (nFK)
3. Luftkapazität (LK)
4. Nährstoffversorgung (kationische Basen: S-Wert / Gesamtstickstoff: N_t)

Die Bandbreite der Einzelkennwerte wird dabei in 5 Wertstufen wie folgt eingeteilt:

Bodenparameter		Einstufung				
		5	4	3	2	1
1	Gründigkeit (cm)	> 100	100 - 61	60 - 31	30 - 15	< 15
2	nFK (l/m²)	> 200	200 - 141	140 - 91	90 - 50	< 50
3	LK (l/m² Horizont	> 18	18 - 13	12 - 8	7 - 3	< 3
4a	s-Wert (mol/m²)	> 200	200 - 101	100 - 51	50 - 25	< 25
4b	Nt (kg/m²)	>2	2 - 1,1	1 - 0,6	0,5 - 0,25	< 0,25

***Tab. 2:** Einstufung als Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen (verändert nach HOLLAND 1995, 1996)*

Die Gesamtbeurteilung einer Kartiereinheit leitet sich aus den einzelnen parameterspezifischen Einstufungen analog Tab. 3 ab. Damit besitzt jede Kartiereinheit der Bodenkarte Stuttgart eine von 5 möglichen Qualitätsstufen als Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen.

Qualitätsstufe	Beurteilung	Bedingung
5	sehr produktiv	Maximal zwei Bewertungen*< 5, maximal eine 3, keine < 3
4	produktiv	Maximal zwei Bewertungen*< 4, maximal eine 2, keine < 2
3	mittel	Maximal zwei Bewertungen* < 3, maximal eine 2
2	extrem	Maximal eine Bewertung* < 2
1	sehr extrem	Zwei oder mehr Bewertungen* < 2

** Ermittlung aus Einzeleinstufungen nach Tab. 2*

Tab. 3: *Qualitätsstufen für die Funktion als Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen (verändert nach HOLLAND 1995, 1996)*

3.1.3.2 Ausgleichskörper im Wasserkreislauf

Bei der Einschätzung des Bodens als **„Ausgleichskörper im Wasserkreislauf"** wurden eher quantitative Wirkungen für maßgeblich erachtet. Hierzu zählen hauptsächlich die Fähigkeiten des Bodens, Wasser aufzunehmen, zurückzuhalten bzw. längerfristig zu speichern (FRENZ 2000). Daher ist es grundsätzlich sinnvoll, methodisch zwischen Gesamtwasserleitfähigkeit und Wasserspeichervermögen zu unterscheiden (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995).

Bei der Bodenkarte Stuttgart gab es keine Bewertung als Ausgleichskörper, auf die zurückgegriffen werden konnte. Gleichzeitig musste auf eine differenzierte Betrachtung nach Leitfähigkeit und Speichervermögen verzichtet werden, da detailliertes Datenmaterial hierfür fehlt und eine Erhebung bzw. Neubeschaffung im Rahmen des Projekts nicht vorgesehen war.

Aus diesem Grund und weil es für Zwecke der Bauleitplanung völlig ausreicht, wurde das Wasserspeichervermögen behelfsweise über die nutzbare Feldkapazität (nFK) beurteilt. Dabei wurde hier der Einfachheit halber auf die 5-stufigen Kennwerte der Bodenkartierung nach Tab. 2 zurückgegriffen.

3.1.3.3 Filter und Puffer

Die Bodenfunktion **„Filter und Puffer für Schadstoffe"** beschreibt die Fähigkeiten des Bodens, eingedrungene Schadstoffe mechanisch oder sorptiv zurückzuhalten. Hinzu kommt das Vermögen zum Abbau von Schadstoffen, sodass eine Ausbreitung in angrenzende Böden, ins Grundwasser oder in die Luft teilweise oder ganz unterbunden ist.

Aus der Bodenkartierung liegt eine thematische Karte der Stuttgarter Böden als Filter und Puffer für Schadstoffe vor. Die dortige Bewertung konzentriert sich besonders auf Schwermetalle und den zugehörigen Transferpfad Boden – Pflanze. Sie berücksichtigt ferner die nutzungsgeschichtliche Kontaminationssituation der Böden. Solche stofflichen Einflüsse sind in der Bodenkarte Stuttgart jedoch zum Teil theoretisch hergeleitet und in ihrer detaillierten Verknüpfung mit den einzelnen Bodenformen weder leicht nachvollziehbar noch einfach fortschreibungsfähig. Dies ist für heutige Zwecke nicht zielführend und daher wurden die Stoffeinflüsse wieder aus den Kartiereinheiten herausgerechnet. Bei der modernen Qualitätsbewertung werden die Kontaminationen anhand harter Befunde über eine separate Karte zu Altlasten und sonstigen schädlichen Bodenveränderungen gesondert berücksichtigt.

Die Beurteilung des Filter- und Puffervermögens stützt sich neuerdings also ausschließlich auf die Bodenparameter Humus- und Tonmenge sowie auf den pH-Wert. Diese Kennwerte wurden in gegenseitiger Abhängigkeit und entsprechend ihrer Bandbreiten **(Tab. 4)** in Qualitätsstufen eingeteilt. Dann wurden die Ergebnisse für organische und

Humusmenge (kg/m²)	Tonmenge (kg/m²)	pH-Wert*		
		< 5	5 - 6	> 6
< 1	-	2	2	2
<11	<70	2	2	3
	70 - 150	3	4	4
	150 - 230	3	4	5
	< 230	4	5	5
11 - 18	< 70	2	3	3
	70 - 150	3	4	5
	150 - 230	4	5	5
	< 230	4	5	5
> 18	< 70	3	3	4
	70 - 150	4	5	5
	150 - 230	4	5	5
	< 230	5	5	5

* *gewichteter pH-Wert (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995)*

Tab. 4: *Qualitätsstufen für die Filter- und Pufferkapazität bei Einträgen anorganischer Schadstoffe (Beispiel für schwach bis nicht hydromorphe Böden, nach HOLLAND 1995, 1996)*

anorganische Schadstoffe gemittelt und jeder Kartiereinheit der Bodenkarte eine von 5 möglichen Qualitätsstufen für die Filter- und Puffereigenschaften zugeordnet.

Diese Einstufung des Filter- und Puffervermögens gegenüber Schwermetallen kann stellvertretend auch für andere anorganische Schadstoffe akzeptiert werden. Sie darf aber keinesfalls auf den Rückhalt und Abbau organischer Schadstoffe übertragen werden. Hierfür ist eher das mikrobielle Abbauvermögen aussagekräftig, das anhand der Humus- und

Humusmenge (kg/m²)	Tonmenge (kg/m²)	Mikrobielles Abbauvermögen		
		niedrig	mittel	hoch
< 13	< 100	1	1	1
	100 - 300	1	2	3
	300 - 450	1	3	3
13- 25	< 100	1	1	2
	100 - 300	2	3	3
	300 - 450	3	3	4
> 25	< 100	1	2	3
	100 - 300	3	3	4
	300 - 450	3	4	5

Tab. 5: *Qualitätsstufen für die Filter- und Pufferkapazität bei Einträgen organischer Schadstoffe (Beispiel für nicht hydromorphe Böden mit Haftnässepseudogley, nach UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995)*

Tonmenge analog dem Leitfaden „Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit", Heft 31, (UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1995) abgeschätzt wurde **(Tab. 5)**.

3.1.3.4 Archivfunktion

Um die Funktion **„Archiv der Natur- und Kulturgeschichte"** im Sinne des Bundes-Bodenschutzgesetzes (§ 2, Abs. 2, Ziff. 2) berücksichtigen zu können, müssen die Zeugnisse der natürlichen Entstehungsgeschichte und der menschlichen Kultur, die im Boden archiviert sind (HIPP, RECH & TURIAN 2000), planungsgerecht aufbereitet und dokumentiert werden. Hierzu wurden die Böden mit Archivfunktion analog einer am Institut für Geographie von KÜBLER (2001) entwickelten Methode modular erfasst **(Abb. 5)** und in einer Karte dargestellt. Kennzeichnend ist dabei die Verknüpfung von Denkmal-, Boden- und Naturschutz.

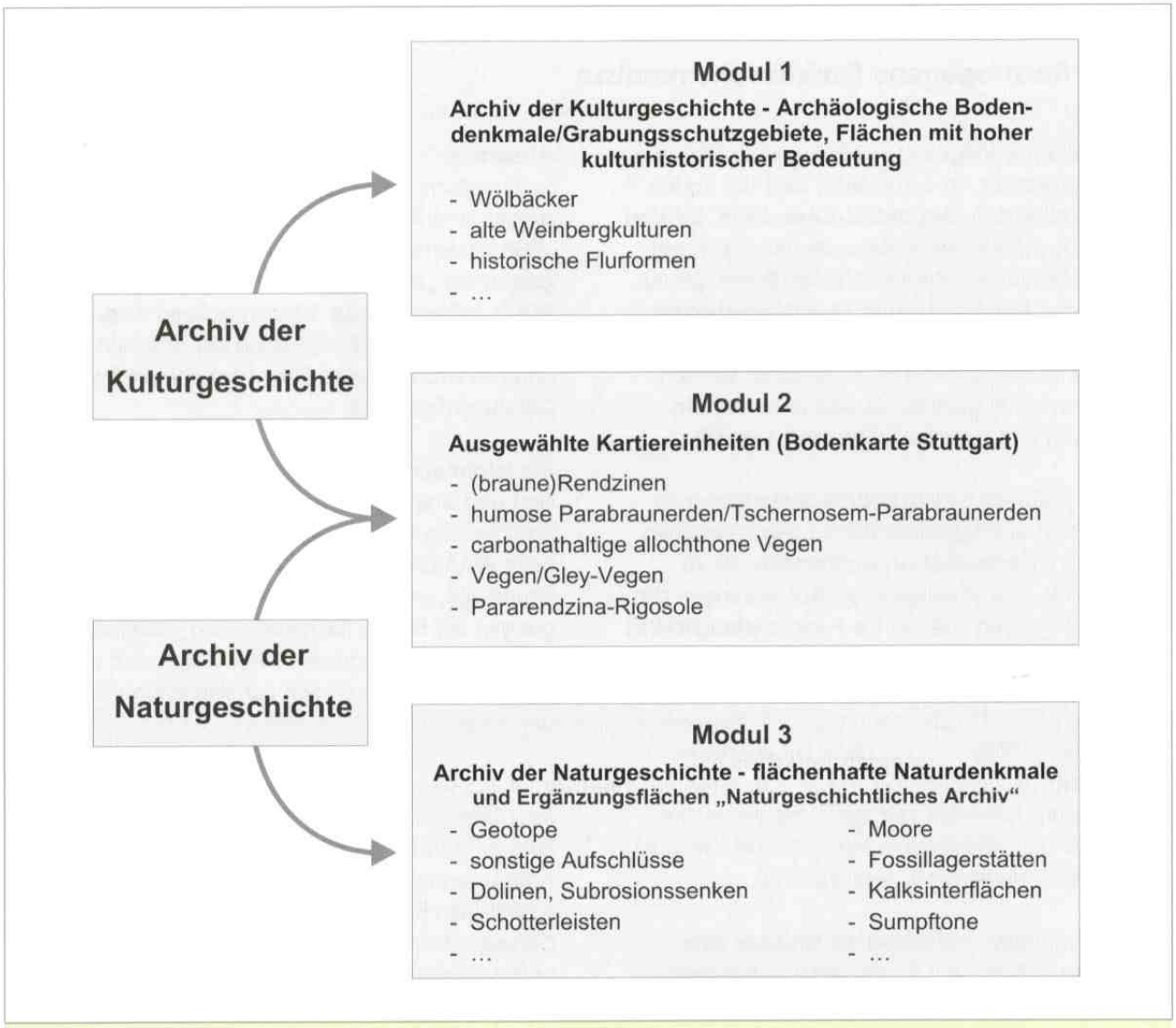


Abb. 5: *Modularer Aufbau der Karte der Archivböden in Stuttgart (KÜBLER 2001)*

Bei den ausgewählten Kartiereinheiten handelt es sich um Böden, die für Stuttgarter Verhältnisse aus bodengenetischen Gründen als bedeutsam erachtet wurden. Bei Flächen des Denkmal- und Naturschutzes sind die dortigen bodenbezogenen Kriterien ausschlaggebend. Die Archivfunktion wurde deshalb mit Hilfe folgender Kartengrundlagen erfasst:

- Bodenkarte Stuttgart
- Geologische Karte
- Naturdenkmale im Stadtgebiet Stuttgart
- Archäologische Bodendenkmale.

Dabei liefern gerade die Karten der Natur- und Bodendenkmale zahlreiche Punkt- und Flächeninformationen, die derzeit digital jedoch noch nicht verfügbar sind. Sie eignen sich in den vorliegenden Formen für eine flächenbezogene Darstellung daher kaum. Gleiches gilt für weitere Angaben zu den Archiven, die trotz Flächencharakter oft nur über einen Rechts- und Hochwert identifizierbar sind. Insofern können Böden mit Archivfunktionen trotz vergleichsweise guter Datenlage oft noch nicht im gewünschten Umfang berücksichtigt werden. Hier muss mit einer möglichst flächengetreuen Erfassung zunächst die Voraussetzung für eine Digitalisierung geschaffen werden. Dies war jedoch nicht Gegenstand des Projekts, sodass hier vorläufig nur das ausgewählte bodengenetische Inventar (Modul 2) berücksichtigt wurde. Eine gestufte Bewertung der Archivfunktion, analog zu den natürlichen Funktionen, war bei der jetzigen Datenlage nicht sinnvoll, sodass im Stuttgarter Beispiel alle Flächen mit Archivfunktion als sehr hochwertig eingestuft und in der zugehörigen Karte einheitlich mit der Qualitätsstufe 5 gekennzeichnet wurden. Sofern es eines Tages bessere, allgemein anerkannte Vorstellungen zur Dokumentation und Differenzierung der Archivböden gibt, ist die Zeit für eine Überarbeitung dieser Karte und der Planungskarte reif.

3.1.3.5 Anthropogene Funktionshemmnisse

Zahlreiche anthropogene Einwirkungen stofflicher und physikalischer Art verhindern, dass der Boden seine natürlichen Funktionen ausüben kann. Sie sind oft Ursache schädlicher Bodenveränderungen und mindern die Qualität der betroffenen Böden bis hin zum völligen Funktionsverlust. Eine Wiederherstellung der Bodenfunktionen setzt voraus, dass diese funktionshemmenden Einflüsse beseitigt werden. Dies ist meist nur kleinräumig und unter hohem finanziellem und zeitlichem Aufwand möglich.

In Ballungsräumen zählen Bodenkontaminationen wie Altlasten und Schadensfälle zu den klassischen stofflichen Funktionsbeeinträchtigungen. Hinzu kommen die eher physikalischen Auswirkungen der Bodenversiegelung. Hier ist die Funktionstauglichkeit der Böden reduziert, weil sie für natürliche Stoffkreisläufe je nach Art und Grad der Überbauung nur noch eingeschränkt oder gar nicht mehr zur Verfügung stehen. Vielerorts sind diese Funktionshemmnisse bereits flächendeckend erfasst (z.B. Altlasten) oder können, falls nicht verfügbar, mit vergleichsweise geringem Aufwand in hinreichender Genauigkeit erhoben werden (z.B. Versiegelung).

Weil im Extremfall anthropogene Einflüsse eine Funktionsausübung der Böden völlig unterbinden, ist es im Zusammenhang mit Rechenkalkulationen notwendig und für das Verantwortungsbewusstsein hilfreich, den Totalverlust an Funktionswirkung qualitativ mit einer zusätzlichen Qualitätsstufe 0 abzubilden. Diese tritt im Bereich von Böden, die noch halbwegs am Naturkreislauf teilnehmen konsequenterweise nie auf und fehlt bei naturnahen Böden unserer Landschaftsräume – auch wenn diese extreme Entwicklungsstadien aufweisen – völlig.

Altlasten

Systematisch erhobene Informationen zu Altablagerungen und Altstandorten liegen für Stuttgart seit 1996 flächendeckend vor. Sie sind hier im GIS gestützten „Informationssystem Altlasten Stuttgart" (ISAS) aufbereitet, das flächendeckend Auskunft über die stoffliche Gefährdung der örtlichen Böden und des Grundwassers bzw. über entsprechenden Gefahrverdacht gibt.

Die Informationen im ISAS werden ständig aktualisiert und sind sowohl numerisch als auch digital abrufbar. Sie sind ähnlich wie das vom Land entwikkelte WAABIS-Modul FIS-AGB eine ausgezeichnete Grundlage, mit der stoffliche Qualitätsbeeinträchtigungen der Böden flächendeckend visualisiert und beurteilt werden können. Diese Daten sind digital verfügbar und eignen sich zur Herstellung einer Planungskarte sehr.

Im BOKS wurden die Qualitätseinbußen durch stoffliche Beeinträchtigungen deshalb mit Hilfe der ISAS-Informationen beurteilt. Dort wird zwischen Altablagerungen, Altstandorten und sonstigen schädlichen Bodenveränderungen stofflicher Art (Schadensfälle, flächige Bodenkontaminationen) unterschieden. Gleichzeitig findet man im ISAS auch solche Ablagerungen, die mangels hinreichenden Schadstoffverdachts ausgeschieden wurden und die nicht mehr förmlich zu den Altlasten zählen.

Altlasten und sonstige schädliche Bodenveränderungen (SBV) sonstigen Ursprungs setzen voraus, dass Untersuchungen einen gefahrenbezogenen Kontaminationsbeitrag bestätigt haben. Hierzu reichen positive Schadstoffbefunde einer Orientierenden

Untersuchung (OU) bereits aus. Unabhängig davon, ob fachtechnischer Handlungsbedarf „Kontrolle" (K), „Untersuchung" (U) oder „Sanierung" (S) besteht, ist damit der Nachweis erbracht, dass die Böden in ihren Funktionen stofflich beeinträchtigt sind. Insofern wird diesen Böden eine sehr geringe Qualität zugemessen.

Eine Besonderheit sind Bereiche, die im Flächennutzungsplan der Landeshauptstadt Stuttgart als „Flächen, deren Böden erheblich mit umweltgefährdenden Stoffen belastet sind" gekennzeichnet sind. Hier wird von einem ernsthaften Gefährdungspotenzial für Umwelt und Gesundheit (TRISCHLER & PARTNER 1996) ausgegangen. Es wird unterstellt, dass die dortigen Böden keine natürlichen Funktionen mehr ausüben können.

Zusätzlich wurden bei der Herstellung der Planungskarte so weit bekannt „alte" Auffüllungen berücksichtigt, die aus der Zeit vor 1991 (= Inkrafttreten des Bodenschutzgesetzes Baden-Württemberg, LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG 1991) stammen und bei denen kein direkter Kontaminationsverdacht besteht. Erfahrungsgemäß sind die dortigen Böden verdichtet und in ihrem Funktionsgrad erheblich gemindert sind. Insofern zählen solche Auffüllungen, selbst wenn (noch) keine Schadstoffe entdeckt wurden, methodisch zu den Bereichen, in denen eine geringe Bodenqualität herrscht.

Aus diesen Zusammenhängen wurde folgende schematische Qualitätseinschätzung abgeleitet:

ISAS-Kategorie	Auffüllungen, Altablagerungen ohne OU	Altlasten und sonstige SBV *mit* abgeschlossener OU *und* Bewertung K, U, S	Flächen mit "Kennzeichnung" im Flächennutzungsplan
Funktionalität	gering	sehr gering	keine Funktion
Bodenqualität (schematisch)	QS 2	QS 1	QS 0

K = Kontrolle, U = Untersuchung, S = Sanierung, OU = Orientierende Untersuchung, QS = Qualitätsstufe

Tab. 6: *Schematische Einstufung der Bodenqualität im Bereich von Altlasten und sonstigen schädlichen Bodenveränderungen (SBV)*

Diese flächenspezifischen Qualitätseinschätzungen eignen sich für Planungszwecke besser als Abschläge, die direkt im Zusammenhang mit der Bodenkartierung vorgenommen werden (z.B. HOLLAND 1995, 1996). Letztere entsprechen nicht den methodischen Anforderungen in der Bauleitplanung, weil sie weniger transparent und nur aufwändig rekonstruierbar sind. Hauptmangel ist jedoch, dass sie nur schwer fortgeschrieben und nicht über ein GIS verarbeitet werden können.

Versiegelung

Für Stuttgart lag eine „Karte der Bodenversiegelung" vor (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART 1989). Sie zeigt den Versiegelungszustand, der über vegetationsbedeckte Flächenanteile aus Infrarot-Luftbildern einer Befliegung des Jahres 1983 erhoben wurde.

Weil Form und Inhalt der Karte von 1989 bereits den heutigen methodischen Anforderungen des Projekts entsprachen, musste das in analoger Form vorliegende Unikat von 1989 lediglich aktualisiert und anschließend digitalisiert werden. Hierzu wurde die Versiegelungskarte um Baublöcke, die jünger als die Befliegung sind, ergänzt. Gleichzeitig wurden für charakteristische Siedlungsformen im Stadtgebiet nutzungsspezifische Strukturtypen definiert, mit denen der Versiegelungsgrad – auch jener der jüngeren Bauflächen - dargestellt werden kann. Dabei beschreibt der Versiegelungsgrad das Ausmaß der baulichen Siedlungsaktivitäten, welche die natürlichen Stoffkreisläufe der Böden unterbinden.

Der Ansatz, die Versiegelung über Strukturtypen zu erfassen, stammt bereits aus den Anwendungsvorschlägen zur Stuttgarter „Karte der Bodenversiegelung" von 1989. Er wurde für das BOKS fortentwik-

kelt, weil die Versiegelung bei der Beurteilung der Funktionstauglichkeit der örtlichen Böden eine maßgebliche Rolle spielt und weil über die Strukturtypen potenziellen Neubauflächen ein nutzungsspezifischer Versiegelungsgrad zugeordnet werden kann. Das ermöglicht – wenngleich nur in quantitativer Hinsicht – abwägungsrelevante Rückschlüsse auf nutzungsbezogene Bodeninanspruchnahmen.

In der modernen Stuttgarter „Karte der Bodenversiegelung" ist die Versiegelung in 6 Stufen gegliedert **(Tab. 7)**.

Versiegelungs-stufe	Versiegelungsgrad		Minderungs-faktor f_m	Flächenanteil im Stadtgebiet (%)
	von ... bis (%)	Durchschnitt VØ (%)		
I	≤ 15	8	1	49,9
II	16 - 35	25	0,75	9,8
III	36 - 55	45	0,55	12,7
IV	56 - 75	65	0,35	6,6
V	76 - 90	83	0,17	4,8
VI	> 90	95	0	16,2

Tab. 7: *Klassifizierung der Versiegelung und Minderungsfaktor zur Ermittlung der Funktionshemmnisse*

In dieser Systematik sind die Einflüsse der Versiegelung am unteren und oberen Ende der Bandbreite etwas mehr gewichtet, wobei Böden mit einem Versiegelungsgrad von < 15 % noch als weitgehend funktionsfähig gelten. Demgegenüber zählen Böden ab einem Versiegelungsgrad von 90% als funktionslos, weil die Naturkreisläufe auf den wenigen noch offenen Restflächen infolge baubegleitender Bodenverdichtungen erfahrungsgemäß ebenfalls stark eingeschränkt sind. Als Hemmwirkung der dazwischenliegenden Stufen wird deren durchschnittlicher Versiegelungsgrad angesetzt.

Sofern man die Qualität der Böden im unbebauten Zustand z.B. im Rahmen einer Bodenindikation beziffern kann, lassen sich künftige Versiegelungseinflüsse mit Hilfe eines proportionalen Minderungsfaktors einfach wie folgt ableiten:

$$QS_v = QS \cdot (100 - VØ)/100$$

$$QS_v = QS \cdot f_m$$

wobei: QS_v: Bodenqualitätsstufe nach der Versiegelung
QS: Bodenqualitätsstufe vor der Versiegelung
VØ: durchschnittlicher Versiegelungsgrad
f_m: Minderungsfaktor

Die durch Versiegelung geminderte Bodenqualität kann dann wie folgt ermittelt werden:

QS	Versiegelungsstufe											
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
1	0,92	0,75	0,55	0,35	0,17	0,05	1	1	1	0	0	0
2	1,84	1,5	1,1	0,7	0,34	0,1	2	2	1	1	0	0
3	2,76	2,25	1,65	1,05	0,51	0,15	3	2	2	1	1	0
4	3,68	3	2,2	1,4	0,68	0,2	4	3	2	1	1	0
5	4,6	3,75	2,75	1,75	0,85	0,25	5	4	3	2	1	0
	QS_v (gerechnet)						QS_v (gerundet)					

QS = Bodenqualitätsstufe vor der Versiegelung, QSv = Bodenqualitätsstufe nach der Versiegelung

Tab. 8: *Ermittlung der Bodenqualitätsstufe nach Versiegelung*

Die Veränderungen der Versiegelung lassen sich in Stuttgart nach dieser Methode künftig leicht fortschreiben, weil Flächen und zugehörige Daten der Strukturtypen rasch aktualisiert und in einem GIS einfach gehandhabt werden können. Andere Ansätze, bei denen Bodentypen und Versiegelung direkt zu Kartiereinheiten verknüpft werden, sind nicht nur komplizierter, sondern auch weniger verständlich und können nur mit großem Aufwand angepasst werden.

3.2 Stuttgarter Bodenatlas – Grundlage der Planungskarte Bodenqualität

Für die maßgeblichen Bodenfunktionen wurden entsprechend den vorgenannten Bewertungen folgende thematische Karten hergestellt:

- Standort für natürliche Vegetation,
- Ausgleichskörper im Wasserkreislauf,
- Filter und Puffer für Schadstoffe,
- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte.

Hinzu kamen Einzelkarten zu den Funktionshemmnissen

- Altlasten und
- Bodenversiegelung.

Sie bilden zusammen mit den Geologischen Karten, den Karten der Bodenschätzung, den forstlichen Standortkartierungen und den Stuttgarter Bodenkarten (HOLLAND 1995) eine Sammlung kartographischer Bodeninformationen – den so genannten „Stuttgarter Bodenatlas". Dieser dokumentiert den jeweiligen Stand des flächenbezogenen Fachwissens zum Thema Boden auf Stuttgarter Gemarkung. Er wurde im Rahmen der weiteren Entwicklungen zum BOKS um zusätzliche Fachkarten ergänzt.

Diese Sammlung von Karten zum Thema Boden besteht somit aus zahlreichen vorhandenen Unterlagen, die entweder übernommen oder im Zuge dieses Projekts in dem Maß aktualisiert bzw. erweitert wurden, wie es zur Herstellung der Planungskarte Bodenqualität erforderlich war.

Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass die Inhalte der einzelnen Informationsebenen unabhängig voneinander

- bewertet,
- fortgeschrieben,
- kartographisch dargestellt und
- digital verknüpft

werden können. Das dient der Transparenz, weil die Teilinformationen der Planungskarte in nachgeordneten Einzelkarten dokumentiert und detailliert verfügbar sind. Gleichzeitig gewährleisten diese geschichteten Informationsstrukturen, dass einzelne Funktions- oder sonstige Beurteilungsebenen leicht aktualisiert oder gegen Neuentwicklungen rasch ausgetauscht werden können.

3.2.1 Synthese von natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion

Im Zuge der Vorarbeiten zur Planungskarte Bodenqualität wurde der Stuttgarter Bodenatlas zunächst um eine kartographische Darstellung der natürlichen Bodenfunktionen ergänzt **(Abb. 6)**. Hierbei wurden die Einzelfunktionen

- Standort für natürliche Vegetation und Kulturpflanzen,
- Ausgleichskörper im Wasserkreislauf und
- Filter und Puffer für Schadstoffe

zu einem Gesamtbild zusammengefasst. Dieses beschreibt als weitere, separate Karte des Bodenatlasses das **Potenzial der natürlichen Bodenqualität** als Aggregat der 3 genannten Einzelfunktionen in der bekannten 5-stufigen Skalierung.

Zur gleichberechtigten Gewichtung der einzelnen Bodenfunktionen (Standort für Vegetation, Ausgleichskörper im Wasserkreislauf, Filter und Puffer für Schadstoffe) wurde zunächst eine arithmetische Mittelung angestrebt. Da für die Planung jedoch besonders niedrige bzw. besonders hohe Qualitätseigenschaften der Böden leicht und vor allem sicher identifizierbar sein sollen, wurde im Bereich der Extremwerte die Klassifizierung geringfügig wie folgt verändert:

arithmetisches Mittel > 4,25 → Qualitätsstufe 5
arithmetisches Mittel < 1,75 → Qualitätsstufe 1

Mit dieser Akzentuierung wird der lokalspezifischen Stuttgarter Bodensituation Rechnung getragen. Sie

hebt die Böden am oberen und unteren Bereich eines ansonsten sehr breiten Feldes mittlerer bis guter Böden (Qualitätsstufen 3 und 4) etwas ab und stärkt so die Bedeutung extremer Qualitätsstufen.

Dies wirkt sich bei der gegenseitigen Zuordnung der Kartiereinheiten nach HOLLAND (1995, 1996) und der einzelnen Qualitätsstufen wie folgt aus:

Bodenqualitätsstufe	Arithmetisches Mittel		Extremwertakzentuierung	
	Anzahl Kartiereinheiten*	Flächenanteil (%)	Anzahl Kartiereinheiten*	Flächenanteil (%)
5	1	0,69	3	2,64
4	54	44,32	42	42,43
3	43	43,15	43	43,15
2	9	10,75	5	8,49
1	1	0,04	5	2,3

** Kartiereinheiten der Bodenkarte Stuttgart (HOLLAND 1995, 1996)*

Tab. 9: *Akzentuierte Funktionsbewertung*

Im praktischen Beispiel heißt das: Reliktische Tschernosem-Parabraunerden und humose Parabraunerden aus Löss und Filderlehm besitzen bekanntermaßen eine sehr hohe natürliche Fruchtbarkeit. In Abweichung vom arithmetischen Mittel (Einzelwerte: Vegetation: 5, Wasserkreislauf: 4, Filter und Puffer: 4 ➔ rechnerischer Mittelwert = 4) steigt diese Bodenform nach der Akzentuierung in die Qualitätsstufe 5. Dies repräsentiert die Qualität und deren funktionalen Wert im Vergleich zu anderen Böden in der Umgebung deutlich besser.

In einem weiteren Schritt kamen die Flächen der Archivböden hinzu, deren Qualität derzeit hilfsweise noch einheitlich mit 5 bewertet war. Dabei wurde die Qualitätsdarstellung der natürlichen Bodenfunktionen einfach von denen der Archivfunktion kartographisch überlagert, wobei letztere qualitätsbestimmend war. Damit war die qualitative Verknüpfung von natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion abgeschlossen. Sie bildet eine weitere Karte im Bodenatlas, welche das **Potenzial der schützenswerten Funktionen** aufzeigt.

3.3 Erstellung der Planungskarte Bodenqualität

Im Zusammenhang mit den Arbeiten zum BOKS steht die Bodenqualität für die Fähigkeit der Böden, im aktuellen Funktionszustand an Naturkreisläufen teilnehmen und natur- oder kulturgeschichtliches Zeugnis ablegen zu können. Insofern kann der Begriff „Bodenqualität" vereinfacht wie folgt definiert werden:

Bodenqualität ist die Gesamtheit der natürlichen Bodenfunktionen einschließlich der Archivfunktion, deren Wirkungsgrad durch menschliche Einflüsse unterschiedlich stark gemindert ist.

Damit die Bodenqualität in der Bauleitplanung berücksichtigt werden kann, ist es erforderlich, diesen Zustand des Bodens zu erfassen und in einer Planungskarte darzustellen. Im Rahmen der Arbeiten zum BOKS wurde dabei schrittweise vorgegangen.

3.3.1 Potenzial der schützenswerten Bodenfunktionen

Zunächst galt es, die potenziellen natürlichen Bodenfunktionen nach rein bodenkundlichen Gesichtspunkten einzeln zu erfassen, zu beurteilen und mit den Flächen der Archivböden kartogra-

phisch zusammenzuführen. Ergebnis war eine Karte als weitere Informationsebene im Stuttgarter Bodenatlas, in der das Potenzial der schützenswerten Bodenfunktionen dokumentiert ist. Dabei handelt es sich zunächst um eine „abgedeckte" Karte, welche nur die grundsätzliche Funktionstauglichkeit der Böden zeigt. Anthropogene Funktionsminderungen findet man dort noch nicht. Deren Einflüsse werden erst im Zuge der weiteren Arbeitsschritte berücksichtigt.

3.3.2 Qualitätsminderung durch Altlasten

Zunächst wurden die Störeinflüsse stofflicher Beeinträchtigungen eingearbeitet. Unter Rückgriff auf die Informationsebenen des Bodenatlasses wurde die Karte mit dem Potenzial der schützenswerten Funktionen (natürliche Funktionen mit Archivfunktion) unter Einsatz eines GIS mit den schematischen Qualitätseinstufungen der Altlasten **(Tab. 6)** überlagert.

3.3.3 Qualitätsminderung durch Bodenversiegelung

Da der Grad der Bodenversiegelung bestimmt, ob bzw. inwiefern naturnahe oder auch kontaminierte Böden am Naturkreislauf teilnehmen, wurden die Störeinflüsse der Versiegelung erst zum Schluss berücksichtigt. Hierzu wurde das kartographische Zwischenprodukt aus dem vorigen Arbeitsschritt nach dem bereits bekannten Muster über das GIS mit der aktualisierten Karte der Bodenversiegelung aus dem Bodenatlas verknüpft.

3.4 Die Planungskarte Bodenqualität

Im Ergebnis der vorangegangenen Schritte entstand als weiteres Element im Stuttgarter Bodenatlas die **Planungskarte Bodenqualität**. Sie ist eine Verknüpfung folgender nachgeordneter Informationsebenen, die ihrerseits bzw. in zwischenaggregierter Form eigene Bestandteile im Stuttgarter Bodenatlas **(Abb. 6, Anlage 3)** sind und auf deren Inhalte separat zugegriffen werden kann:

- Standort für natürliche Vegetation,
- Ausgleichskörper im Wasserkreislauf,
- Filter und Puffer für Schadstoffe,
- (Potenzial der natürlichen Bodenfunktionen*)
- Archiv der Natur- und Kulturgeschichte,
- (Potenzial der schützenswerten Bodenfunktionen*)
- Altlasten und
- Bodenversiegelung.

* Zwischenaggregierung

Die Planungskarte Bodenqualität beschreibt den Qualitätszustand der Böden auf Stuttgarter Gemarkung flächendeckend im Maßstab 1 : 20 000. Dort ist die Qualität der Böden in einer 6-stufigen Skala (Bodenqualitätsstufe QS 0 bis QS 5, Einheit 1/ha) objektiv dargestellt. Die Planungskarte samt den nachgeordneten Informationsebenen ist im modular aufgebauten Bodenatlas in einem GIS so hinterlegt, dass die Einzelinhalte unabhängig voneinander aufgerufen und je nach Bedarf miteinander verknüpft werden können.

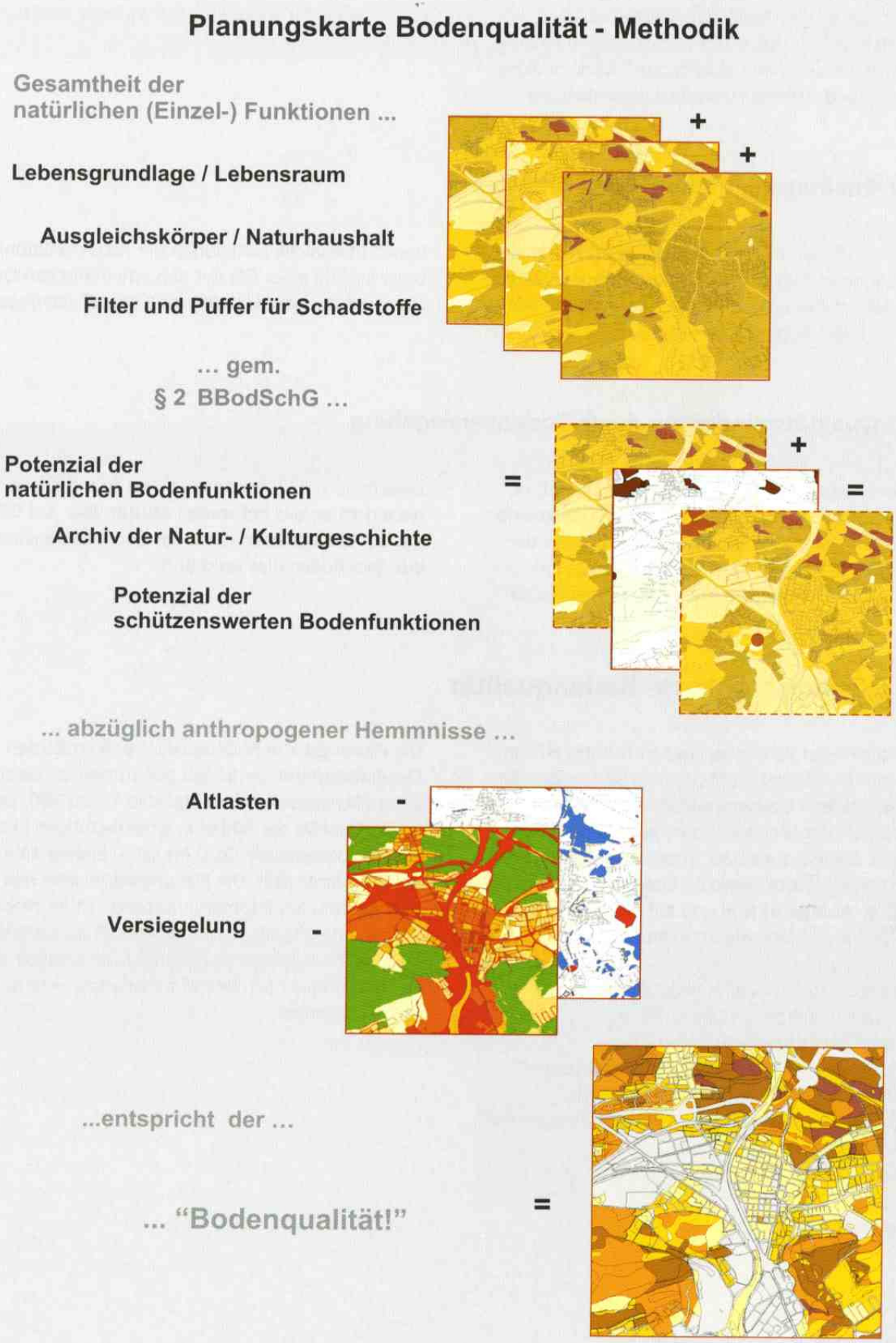


Abb. 6: *Aufbau der Planungskarte Bodenqualität*

3.4.1 Aktualisierungsbedarf

Weil der Boden wechselnden Einflüssen unterliegt, muss die Planungskarte von Zeit zu Zeit aktualisiert werden. Infolge der modularen Systematik bei der Herstellung der Planungskarte sind weniger das geologisch-pedologische Grundinventar, sondern eher die anthropogenen Störfaktoren wie Altlasten und Versiegelung, welche die Funktionstauglichkeit und somit die derzeitige Qualität der Böden maßgeblich bestimmen, fortschreibungsbedürftig. Insofern muss darauf geachtet werden, dass Letztere bedarfsgerecht aktualisiert werden. Hier ist es von Vorteil, wenn die Informationsebenen des Bodenatlasses, auf die bei der Herstellung der Planungskarte zugegriffen wird, jeweils in einem GIS verfügbar sind und dort auch ggf. gepflegt werden.

Obwohl der Aufwand zur Herstellung einer digitalen Grundversion der Planungskarte und deren nachgeordneter Module vergleichsweise groß ist, können dynamische Entwicklungen in einem GIS einfach und mit geringen Folgekosten eingestellt und leicht mit den übrigen, eventuell statischeren Ebenen verknüpft werden. Diese technische Möglichkeit fördert die Bereitschaft zur Aktualisierung und verhindert, dass Entscheidungsgrundlagen infolge rascher Veraltung unbrauchbar werden.

Bei der im BOKS gewählten Aufbausystematik der Planungskarte müssen nur die Module der anthropogenen Funktionshemmnisse „Altlasten" und „Bodenversiegelung" aktualisiert werden. Dies ist methodisch ein großer Vorteil. Dabei werden die Altlasten heute schon standardmäßig und automatisch im städtischen ISAS bzw. im WAABIS des Landes Baden-Württemberg gepflegt.

Ein zusätzlicher Aufwand dürfte lediglich bei der Erfassung und der Fortschreibung der Versiegelung entstehen. Dieser wird aber – sofern entsprechende Regelungen getroffen wurden - bei aktuellen Inanspruchnahmen vergleichsweise gering sein. Allenfalls größerflächige Erst- oder Nacherfassungen sind aufwändiger, sie können aber meist mit modernen Methoden – z.B. über eine Luftbildauswertung - hinreichend genau und vergleichsweise günstig bewerkstelligt werden.

Selbst wenn die Altlasten und die Versiegelung heute bzw. künftig leicht aktualisierbar sind, scheint nach derzeitiger Sachlage eine kontinuierliche, quasi „tagesaktuelle" Fortschreibung der Planungskarte nicht zwingend notwendig. Bei der Planungskarte reicht eine Aktualisierung in definierten Zeitabständen zunächst völlig aus. Dabei hängt die Länge sinnvoller Zeitintervalle von der örtlichen Entwicklungsdynamik ab. Aber selbst bei starkem Druck auf die Böden dürfte nach den Erfahrungen aus dem BOKS eine Aktualisierung der Planungskarte in Zeitabständen von unter 5 Jahren nicht notwendig sein. Dort, wo die Inanspruchnahme naturnaher Böden bereits zurückgefahren wurde, ist der Eintritt nennenswerter Veränderungen eher später zu erwarten. Hier können die Fortschreibungsintervalle eventuell auch auf 10 Jahre ausgedehnt werden.

3.4.2 Vorzüge und Einsatzmöglichkeiten

Der Stuttgarter Bodenatlas und speziell die Planungskarte Bodenqualität schließt die bislang vorhandene Lücke, durch die eine Erfassung des Umweltschutzguts Boden und eine sachgerechte Beurteilung von Bodeninanspruchnahmen in der Bauleitplanung bislang nur unzureichend möglich war.

Dabei steht die im Zusammenhang mit der Planungskarte und dem BOKS eingeführte 6-stufige Darstellung der Bodenqualität im Kontext zur Beschreibung anderer Schutzgüter wie Arten, Biotope und Klima (Tab. 10). Diese Analogie verdeutlicht die Gleichstellung des Bodens mit den anderen, in der Bauleitplanung bereits etablierten Umweltmedien. Gleichzeitig fördert sie das integrative Verständnis und erleichtert damit sowohl die Planung als auch die Abwägung in den zugehörigen Verfahren.

	Stuttgarter Biotopatlas	Stuttgarter Klimaatlas		Stuttgarter Bodenatlas mit Planungskarte Bodenqualität
Stufe	**Flächenqualität für den Arten- und Biotopschutz**	**Klimaaktivität / Klimarelevanz**		**Bodenqualität,** Potenzial der schützenswerten Bodenfunktionen, Altlasten, Versiegelung, Stuttgarter Bodenkarten usw.
		Freifläche	**Siedlungsfläche**	
6	Herausragende, regionale Bedeutung	-	-	-
5	Sehr hohe, lokale Bedeutung	-	-	Sehr hohe Funktionsqualität, natürliche Böden und/oder Böden mit bedeutender Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte
4	Hohe Bedeutung	-	-	Hohe Funktionsqualität, natürliche Böden
3	Mittlere Bedeutung	Bedeutende Klimaaktivität	Bedeutende klimarelevante Funktion	Mittlere Funktionsqualität
2	Geringe Bedeutung	Weniger bedeutende Klimaaktivität	Klimarelevante Funktion	Geringe Funktionsqualität; Auffüllungen, Altablagerungen ohne Orientierende Untersuchung (OU)
1	Sehr geringe Bedeutung	Geringe Klimaaktivität	Geringe klimarelevante Funktion	Sehr geringe Funktionsqualität, natürliche Böden mit sehr schlechten Standortseigenschaften bzw. Böden im Siedlungsbereich mit hohem Versiegelungsanteil und/oder schädlichen Bodenveränderungen
0	Negative Bedeutung; lebensfeindlich		Klimatisch-lufthygienische Nachteile	Fehlende Funktionsqualität, Böden im Siedlungsbereich mit sehr hohem Versiegelungsanteil (> 90 %) und/oder erheblichen schädlichen Bodenveränderungen

Tab. 10: *Stuttgarter Bodenatlas, Biotopatlas (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART 2000b) und Klimaatlas (NACHBARSCHAFTSVERBAND STUTTGART 1992)*

Mit ihrem Arbeitsmaßstab 1 : 20 000 eignet sich die Planungskarte sowohl für frühe Überlegungen auf der Ebene der Flächennutzungsplanung als auch für den konkreten Einsatz im Rahmen der nachgeordneten Bauleitplanung (Aufstellung und Verabschiedung von Bebauungsplänen). Sie ist eine zentrale Fachgrundlage, aus der sich die nachfolgend beschriebene Bodenindikation samt der Steuerung der Bodeninanspruchnahme ableitet. Mit ihrer Hilfe kann die Qualität der Böden in allen kommunalen Planungs- und Entscheidungsprozessen gegenüber anderen Interessen neuerdings viel sachgerechter abgewogen werden. Das verschafft den getroffenen Entscheidungen mehr Rechtssicherheit, sodass mögliche Einwände, der Boden wäre nicht berücksichtigt worden, nicht mehr stichhaltig sind.

4. Bodenindikation im BOKS

Auf allen Ebenen der Bauleitplanung herrscht Nachfrage an geeigneten Instrumenten und Methoden, mit denen der Umgang mit Boden bilanziert und vermittelt werden kann. Benötigt wird ein geeigneter **Bodenindikator** (= Instrument), mit dem eingriffsbezogene Veränderungen des Bodens objektiv gemessen und beurteilt werden können. Der genaue Kennwert des Bodenindikators muss entsprechend den Methoden einer **Bodenindikation** ermittelt werden. Er soll in der Praxis zu folgenden Zwecken eingesetzt werden können:

- Definition bestimmter Qualitätszustände,
- Veranschaulichung von Trendentwicklungen,
- Wirkungsprognosen und Variantenabgleiche
- Eingriffs-/Ausgleichsbilanzierung
- Steuerung
- Kontrolle/Monitoring.

Damit die Bodenindikation für kommunale Planungszwecke taugt, muss sie einfach sein. Gleichzeitig muss sie Ergebnisse liefern, die anschaulich und nachvollziehbar sind. Das heißt, dass eine Bodenindikation für kommunale Zwecke methodisch nur dann geeignet ist, wenn sie auch für Personen, die nicht zwingend über eine bodenkundliche Ausbildung verfügen, beherrschbar ist.

Viele bisherige Ansätze erfüllten diese Anforderungen kaum. Allzu hohe wissenschaftliche Ansprüche, speziell bei der Bewertung und Gewichtung der Bodenfunktionen, waren lange Zeit der Grund, dass es der althergebrachten Bodenindikation an Praxistauglichkeit und Akzeptanz mangelte.

Vielerorts wurde der Verlust an Boden bzw. Bodenfunktionen eher behelfsmäßig über den „Flächenverbrauch" – gemeint ist die Umwandlung von Flächen mit naturnahen Böden in Flächen mit Siedlungs- oder Verkehrsnutzung – indiziert. Meist ist dabei schon der Umfang der Inanspruchnahme nicht eindeutig, weil konkrete Sachverhalte, z.B. der Grad der Bodenversiegelung, keine Rolle spielen. Insofern ist die rein quantitative Betrachtung des „Flächenverbrauchs" als Planungsgröße sehr einseitig und hat wenig tatsächlichen Bezug zum Schutzgut Boden. Sie eignet sich i.d.R. nur bedingt für nachhaltige Bodenschutzkonzepte, weil sie die qualitativen Verluste nicht erfasst.

Dann drohen gerade in Bereichen mit stark differenzierten Böden gravierende Fehleinschätzungen, denen erfahrungsgemäß die qualitativ höherwertigen Böden bevorzugt zum Opfer fallen. Insofern hat eine rein quantitative Indikation der Bodeninanspruchnahme unter modernen Gesichtspunkten im Bodenschutz eher provisorische Bedeutung. Ausgenommen hiervon sind Gebiete, in denen das Bodeninventar im Grad seiner Funktionserfüllung sehr einheitlich ist. Dort würde auch eine qualitative Beurteilung kaum anders lautende Ergebnisse liefern.

Um Fehlentscheidungen bei der Abwägung zu vermeiden, braucht man daher ganzheitliche Bodenschutzkonzepte, bei denen die quantitative und die qualitative Entwicklung der Ressource Boden in kombinierter Form erfasst wird. Ein derartiger Ansatz war gezielt Gegenstand der Arbeiten im BOKS.

4.1 Quantitative Indikation – Grad der Bodenversiegelung

Die Stuttgarter Karte der Bodenversiegelung ist eine wichtige Informationsgrundlage im Stuttgarter Bodenatlas, die auch bei der Herstellung der Planungskarte Bodenqualität berücksichtigt wurde. Aus der Versiegelungskarte kann für Stuttgart ein quantitativer Indikator einfach wie folgt abgeleitet werden:

Von den sechs Versiegelungsstufen zählt die Stufe 1 (Versiegelungsgrad 0 – 15 %) als „unversiegelte Fläche". Weist ein Baublock einen höheren Versiegelungsgrad auf, wird er zur versiegelten Fläche gerechnet. Nach diesem Muster lassen sich die jeweiligen Flächenanteile über eine einfache GIS-Auswertung leicht bestimmen.

In Stuttgart können statistische Werte für die Jahre von 1980 bis 2003 und eine Prognose für die Entwicklung nach dem FNP 2010 dargestellt werden. Sie zeigen einen steigenden Trend, der die um sich greifende Versiegelung bzw. den Verlust an Flächen mit naturnahen Böden kennzeichnet **(Abb. 7).**

Dieses Beispiel zeigt, dass die rein quantitative Bodenindikation in Stuttgart methodisch einsatzreif ist, sie erfüllt aber die Erwartungen der Planer und Entscheidungsträger nicht. Aus diesem Grund wurden mit dem BOKS weiter reichende Ansätze verfolgt, bei denen quantitative Aspekte in eine qualitative Indikation mit einfließen.

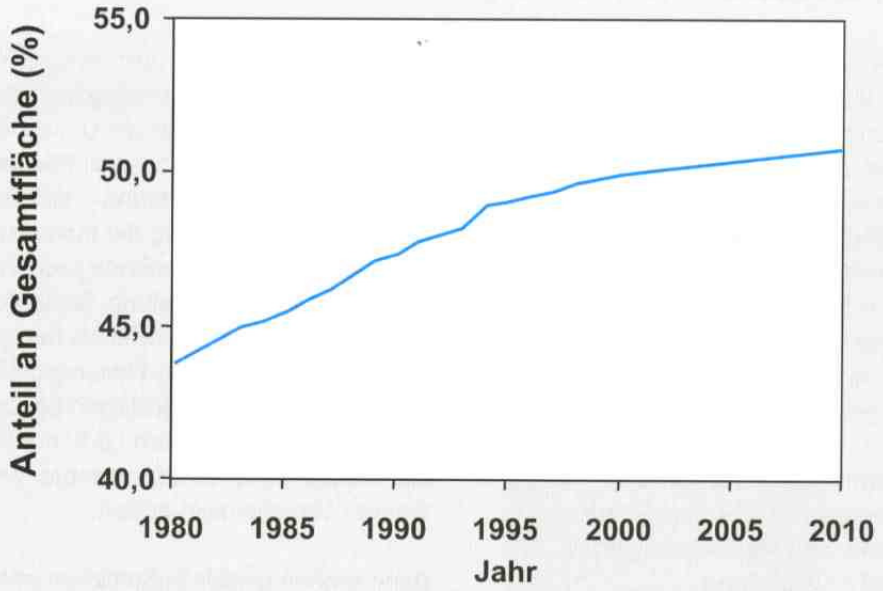


Abb. 7: *Quantitativer Bodenindikator - Entwicklung der Siedlungsfläche in Stuttgart*

4.2 Qualitativ/quantitative Indikation – Bodenindex

Boden ist nicht identisch mit Fläche. Vielmehr handelt es sich um einen Wirkungsraum, in dem die Bodenfunktionen dreidimensional ausgeübt werden. Weil Bodenqualität hier als

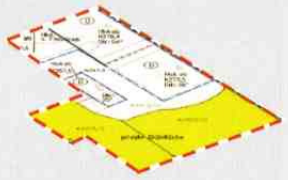
- **die Gesamtheit der natürlichen Bodenfunktionen einschließlich der Archivfunktion, deren Wirkungsgrad durch menschliche Einflüsse unterschiedlich stark gemindert ist,**

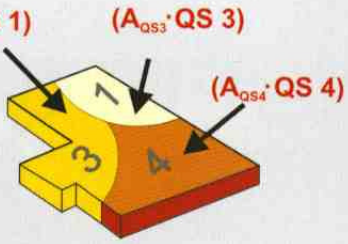
aufgefasst wird, hat sie gleichfalls räumlichen Charakter. Dabei lassen sich die qualitätsbestimmenden Funktionszusammenhänge im Boden weder durch rein quantitative Wertungen (z.B.: „Es werden so und so viel ha Böden verbraucht") noch durch rein qualitative Angaben (z.B.: „Es werden gute Böden (irgendwie) verbraucht") hinreichend beschreiben. Bei integralen Beurteilungen des Umgangs mit Boden ist vielmehr maßgeblich,

- **auf wie viel (Boden-)Fläche (= Quantität)**
- **Böden mit welcher Qualität (= Güte = Funktionserfüllung)**
- **wie beeinträchtigt/beansprucht (= in ihrer Qualität/Funktionserfüllung gemindert) werden oder**
- **gar ganz verloren gehen (= Totalverlust an Qualität/Funktionserfüllung).**

Zur sachgerechten Bilanzierung von Einwirkungen auf die Böden wurde deshalb im BOKS eine neue Methode zur **Bodenindikation** entwickelt, mit der sowohl der aktuelle Bodenzustand als auch dessen Veränderungen eindeutig dargestellt werden können. Hierbei werden die räumlichen Wirkungsbeziehungen der Böden eines konkreten Gebietes in einer Kombination von Quantität und Qualität im Rahmen einer **Bodenindizierung** (= Mess- und Rechenvorgang) objektiv bestimmt. Fachliche Grundlage hierfür ist die Planungskarte Bodenqualität.

Als Messgröße, mit der Veränderungen des Bodens registriert werden können, wurde der **Bodenindex** eingeführt. Das ist ein flächenspezifischer Punktestand, der je nach Bodenverlusten (d.h. Funktionsverlusten durch Bodeninanspruchnahmen) oder –gewinnen (z.B. Bodenverbesserungen, Entsiegelungen) ab- bzw. zunimmt. Er wird berechnet, indem man eine bestimmte Fläche (ha) mit der zugehörigen Bodenqualität (= Qualitätsstufe 0 bis 5 aus der Planungskarte, Einheit 1/ha) multipliziert. Sofern sich eine Planungsfläche auf qualitativ unterschiedliche Böden erstreckt, werden Teilflächen gebildet und deren Indexpunkte analog berechnet. Der Bodenindex der Gesamtfläche entspricht dann der Summe der Teilergebnisse **(Abb. 8)**. Er ist charakteristisch und kennzeichnet als dimensionsloser Punktestand (BX-Punkte) die qualitätsbestimmenden Funktionszusammenhänge der im Beurteilungsgebiet vorkommenden Böden.





Quantität (Fläche)

Qualität (Güte)

Bodenindex = Quantität · Qualität

$$BX_t = (A_{QS1} \cdot QS\ 1) + (A_{QS2} \cdot QS\ 2) + (A_{QS3} \cdot QS\ 3) + (A_{QS4} \cdot QS\ 4) + (A_{QS5} \cdot QS\ 5)$$

BX_t: Bodenindex= **flächenspezifischer Punktestand** zum Zeitpunkt t; **$A_{QS\ 1\ bis\ 5}$:** Flächenanteile der einzelnen Qualitätsstufen (QS); **QS:** Bodenqualitätsstufe [1bis 5/ha]; Einheit des Bodenindexes = BX-Punkte [dimensionslos]

Abb. 8: *Qualitativ/quantitativer Bodenindikator - Berechnung des Bodenindexes BX_t zum Zeitpunkt t*

In der Praxis ist die Berechnung des Bodenindexes (= Bodenindizierung) sehr einfach: Zunächst werden die Grenzen einer fraglichen Fläche in die Planungskarte projiziert. Dort werden die betroffenen Qualitätsstufen abgelesen und deren Flächenanteile ermittelt. Dann werden die Flächenanteile mit den zugehörigen Qualitätsstufen multipliziert und aufsummiert. Ergebnis ist der Bodenindex, der die Bodenqualität im Bereich dieser Fläche charakterisiert.

4.2.1 Wirkungsprognosen

Meist treten Bodenverluste im Zusammenhang mit Siedlungsaktivitäten auf. Dabei werden entweder Flächen mit naturnahen Böden neu überbaut oder vorgenutzte Böden im Zuge von Nachverdichtungen stärker versiegelt. Solche siedlungsbedingten Beeinträchtigungen können über den Bodenindex leicht simuliert und bilanziert werden. Hierbei liefert der Strukturtyp der Neu- oder Folgenutzung Hinweise zum künftigen Versiegelungsgrad. Dieser beeinflusst die örtliche Bodenqualität, wodurch sich auch der Bodenindex ändert. Dabei werden im Unterschied der Bodenindizes im heutigen und künftigen Nutzungszustand die Auswirkungen der Siedlungsflächenerweiterung auf die Bodenqualität schnell deutlich. Sofern frühere Siedlungsstrukturen bekannt sind, können in analoger Form auch Rückblicke angestellt werden. Abb. 9 zeigt in einem Ausschnitt bei Stammheim Momentaufnahmen der Bodenqualität für die Jahre 1983, 2002 und 2010.

Da die Flächen, die im FNP 2010 noch für eine Beanspruchung vorgesehen sind, nutzungsbedingt einen mutmaßlich hohen Versiegelungsgrad (56-75%, Versiegelungsstufe IV) aufweisen werden, sind beachtliche Einbußen bei hoher bis sehr hoher Ausgangsqualität der Böden vorprogrammiert. Betrugen die Qualitätsverluste zwischen 1983 und 2002 noch insgesamt 45 Bodenindexpunkte wird bis 2010 bei der Umsetzung des derzeit gültigen FNP ein weiterer Qualitätsrückgang um 60 Bodenindexpunkte zu erwarten sein.

An diesem Beispiel wird deutlich, wie die Einflüsse künftiger Entwicklungen mittels der Bodenindikation einfach prognostiziert und dargestellt werden können, dass sie – wie neuerdings verlangt – als Entscheidungsgrundlage für den Abwägungsprozess taugen.

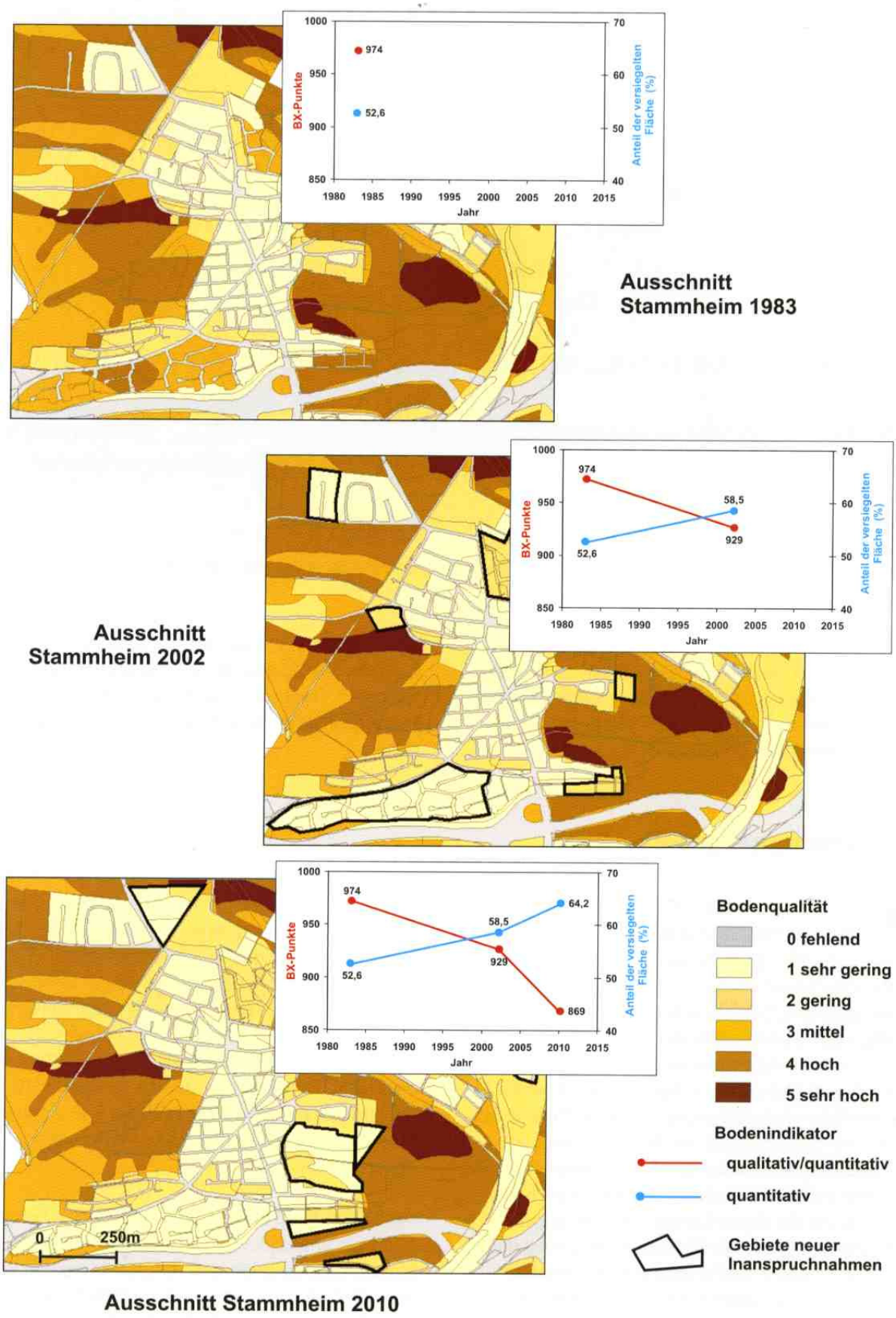


Abb. 9: *Entwicklung der Bodenindikatoren am Beispiel Stammheims*

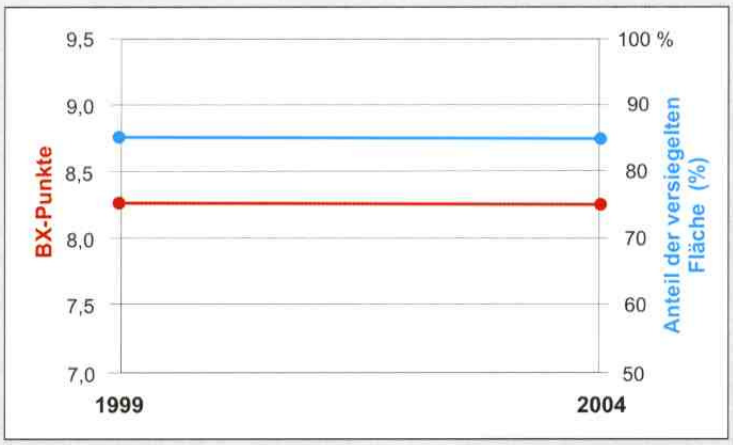
4.2.2 Darstellung von Trendentwicklungen

Für die Steuerung dynamischer Prozesse – hierzu zählt auch die Bodeninanspruchnahme – ist die Früherkennung von Trends wichtig. Insofern ist deren Dokumentation klassische Aufgabe der Bodenindikation. Hierbei zeigen auf- oder abwärts gerichtete Trendkurven, ob und gegebenenfalls wie dringlich Handlungsbedarf zur Steuerung besteht. Gleichzeitig kennzeichnen synoptische Darstellungen, ob und wie der Bodenverbrauch im Laufe der Zeit zu- oder abnimmt.

Im Praxisbeispiel **(Abb. 9)** werden die Trendentwicklungen sowohl für den Anteil der versiegelten Flächen (= quantitativer Bodenindikator) als auch für den Bodenindex (= qualitativer/quantitativer Bodenindikator) dargestellt. Dabei ist die Gegenläufigkeit der Trends leicht nachvollziehbar, da mit steigender Versiegelung die Bodenqualität im Betrachtungsgebiet abnimmt.

Charakteristisch ist hierbei der unproportional steile Abfall des Bodenindexes von 2002 bis 2010. Das bedeutet, dass der prognostizierte Qualitätsverlust im Vergleich zu früher größer ist. Die Ursache ist leicht nachvollziehbar: Es werden künftig zunehmend bessere Böden in Anspruch genommen.

Mit den Bodenindikatoren lassen sich aber nicht nur negative Trends des Bodenverbrauchs veranschaulichen. Sie eignen sich auch zum Nachweis, dass „schonender Umgang mit Boden" praktikabel ist. Am Beispiel der ehemaligen Grenadierkaserne in Zuffenhausen (Abb. 10) wird deutlich, dass im Zuge der Folgenutzung keine messbaren Veränderungen auftreten, d.h. die Indikatoren zeigen sowohl quantitativ als auch qualitativ einen konstanten Trend. Grund ist, dass der Versiegelungsgrad vor und nach der Umnutzung gleich ist und kein zusätzlicher Boden verbraucht wurde.



1999

2004

Abb. 10: *Konstanter Trend der Bodenindikatoren bei der Nachnutzung des Areals der ehemaligen Grenadierkaserne in Zuffenhausen*

4.2.3 Variantenvergleiche

Anhand der unterschiedlichen Bodenindizes kann der virtuelle Bodenverbrauch verschiedener Planungsvarianten untersucht werden. Sofern ein bestimmter Bedarf an Fläche herrscht und die Intensität der Flächennutzung über den Versiegelungsgrad feststeht, lässt sich für verschiedene in Frage kommende Gebiete eine virtuelle Testplanung durchführen. Dabei wird für diese Gebietsvarianten je eine Wirkungsprognose für ein und dieselbe Inanspruchnahme, die durch Flächenbedarf und Versiegelung definiert ist, abgegeben. Die eingriffsbezogenen Defizite an Bodenindexpunkten zeigen schnell, welche Varianten bodenschonender sind und welche nicht.

Variantenbetrachtungen lassen sich aber auch innerhalb eines konkreten Planungsgebiets durchführen. Zum einen können unterschiedlich starke Inanspruchnahmen über Differenzierungen beim Versiegelungsgrad simuliert werden. Mit entsprechenden Wirkungsprognosen erkennt man den Bodenverbrauch der Nutzungsalternativen schnell. Zum anderen gibt es Fälle, in denen die planungsspezifische Bodenbeanspruchung gezielt auf minderwertigere Böden gelenkt werden kann, sodass die Freiräume im Plangebiet auf Bereiche besserer Böden entfallen.

4.2.4 Eingriffs-/Ausgleichsbilanzierung

Aufgrund ihres objektiven Charakters eignet sich die hier entwickelte Bodenindikation auch für fachliche Beurteilungen und finanzielle Wertermittlungen, die bei der naturschutzrechtlichen Eingriffs-/Ausgleichsbilanzierung eine wichtige Rolle spielen. Dabei kann ein vorhabensbezogener Bodenverlust anhand eines Vorher-Nachher-Vergleichs des Bodenindexes einfach beziffert werden. Dieser entspricht dem rechnerischen Ausgleichsbedarf, der in unterschiedlichen Verfahren naturschutzrechtlich geltend gemacht werden kann.

Mit Wirkungsprognosen kann zudem frühzeitig identifiziert werden, ob und in welchem Umfang ein vorgesehener Ausgleich überhaupt bodenwirksam und erfolgversprechend ist.
Dabei sind die Zusammenhänge sehr einfach. Sie lauten:

Maßnahmen, die zu keinem Gewinn an Bodenindexpunkten führen, sind für den Boden wertlos!

Dies gilt auch, wenn im Nachhinein der Erfolg einer bereits abgeschlossenen Maßnahme beurteilt werden soll, bei der eine Verbesserung der örtlichen Bodenverhältnisse beabsichtigt war. Dann sind Aktionen, die im Beurteilungsraum zu einer Minderung des Bodenindexes geführt haben, nachweislich ein Misserfolg. Umgekehrt äußern sich erfolgreiche Maßnahmen in einem Gewinn an Bodenindexpunkten. Diese können entweder mit parallelen Eingriffen verrechnet oder einem Vorrat an Bodenindexpunkten, einem so genannten Bodenkontingent, gutgeschrieben werden.

4.2.5 Erfolgskontrolle

Sofern konkrete Zielvorgaben mit Hilfe der Bodenindikation definiert wurden, ist bekannt, wie sich der Punkteverlauf beim Bodenindex entwickeln muss. Deshalb ist bei einer Beobachtung des aktuellen Trends schnell klar, wann dieser von den Zielerwartungen abweicht und wann Steuerungsbedarf herrscht.

Auf die Eignung zur Kontrolle bei operativen Maßnahmen (z.B. Bodenverbesserungen, Ausgleichsmaßnahmen) wurde bereits im vorigen Kapitel eingegangen.

5. Steuerung der Inanspruchnahme und des Bodenverbrauchs

Die Inanspruchnahme von Grund und Boden führt zum „Bodenverbrauch". Dabei kann der Boden im eigentlichen Sinn verloren gehen (z.B. durch Aushub) oder ein Verlust von Bodenfunktionen auftreten.

Das am 20.07.2004 in Kraft getretene EAG-Bau erhebt im Zusammenhang mit der Bauleitplanung, in deren Verfahren Entscheidungen zur Bodeninanspruchnahme getroffen werden, neue, weit reichende Forderungen, die sich besonders in den Verantwortungsbereich der planenden Kommunen erstrekken (BUNDESREGIERUNG 2004). Danach soll ... *„mit Grund und Boden sparsam und schonend umgegangen werden; dabei sind zur Verringerung der zusätzlichen Inanspruchnahme von Flächen für bauliche Nutzungen die Möglichkeit der Entwicklung der Gemeinde insbesondere durch Wiedernutzbarmachung von Flächen, Nachverdichtung und andere Maßnahmen zur Innenentwicklung zu nutzen sowie Bodenversiegelungen auf das notwendige Maß zu begrenzen."*

Hinzu kommt, dass ... *„die Vermeidung und der Ausgleich erheblicher Beeinträchtigungen der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts in der Abwägung zu berücksichtigen sind. Dabei müssen bei der Aufstellung der Bauleitpläne die Belange, die für die Abwägung wichtig sind, in Form einer Umweltprüfung ermittelt, beschrieben und bewertet werden. Das Ergebnis dieser Prüfung ist in der Abwägung zu berücksichtigen."*

Damit setzt das EAG-Bau für die Verfahren zur Bauleitplanung neue Schwerpunkte. Hier muss im Vorfeld der Entscheidungen ab sofort auch die qualitative Bodeninanspruchnahme nachvollziehbar prognostiziert und bewertet werden. Gleichzeitig werden im Zusammenhang mit den Begründungen der Abwägung Berichte zu planungsbezogenen Umweltauswirkungen auf den Boden verlangt. Dabei muss im Fall unvermeidlicher Eingriffe der Nachweis erbracht werden, dass keine oder möglichst geringe Qualitätsverluste auftreten.

Parallel dazu misst das am 28.12.2004 in Kraft getretene Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz Baden-Württemberg (LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG 2004) dem Bodenschutz in der Bauleitplanung weitere Bedeutung bei. Es erteilt in § 1 den Bodenschutz- und Altlastenbehörden einen klaren Überwachungsauftrag. Danach haben diese neuerdings verstärkt *„... darauf zu achten und hinzuwirken, dass mit Boden und Fläche sparsam, schonend und haushälterisch umgegangen wird."*

Im Sinn dieses Gesetzes ist unter sparsamem Umgang mit Boden und Fläche eine möglichst geringe Inanspruchnahme des Bodens nach Fläche und Tiefe zu verstehen, wobei der Erhalt des Bodens als Naturkörper in seiner Quantität im Vordergrund steht. Dagegen konzentriert sich schonender Umgang mehr auf die Sicherung qualitativer Eigenschaften von Boden und Bodenmaterial. Haushälterischer Umgang zielt auf eine aktive Bewirtschaftung der Bodenvorräte ab, damit deren Verbrauch nach Quantität und Qualität minimiert wird. Dazu gehört auch das Anstreben nachhaltiger Entwicklungen, bei denen die Inanspruchnahme von Boden und Fläche bewusst auf weniger leistungsfähige oder bereits geschädigte Böden, speziell auf baulich vorgenutzte bzw. brachliegende Flächen oder auf kontaminierte Böden (z.B. Altasten) gelenkt wird.

Mit dieser neuen Gesetzgebung wird die qualitative und quantitative Eigenschaft des Bodens als Schutzgegenstand maßgeblich konkretisiert. Außerdem wird deutlich, dass eine geordnete Bewirtschaftung, mit welcher die Bodenvorräte möglichst erhalten bleiben sollen, künftig weit mehr im Vordergrund stehen wird als bisher.

Dabei unterstellt die Umsetzung des EAG-Bau und des Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetzes, dass bei den Kommunen neben geeigneten **Fachgrundlagen** und **Indikationsmethoden** Erfolg versprechende **Strategien** samt zugehörigen Leitbildern vorhanden sind. Gleichzeitig müssen **Ziele** definiert und Maßnahmen vorbereitet sein, mit denen eine nachhaltige Ressourcenwirtschaft betrieben werden kann. Dies schließt Erfolgskontrollen im Sinne eines **Monitorings** und Korrekturen durch **Steuerung** mit ein.

5.1 Strategien zum Umgang mit Boden

Im Umgang mit der Ressource Boden gibt es mehrere Grundstrategien **(Abb. 11)**. Deren langfristige Erfolgssaussichten sind jedoch ganz unterschiedlich. Im Hinblick auf einen schonenden, sparsamen und haushälterischen Umgang mit Boden ist in erster Linie ausschlaggebend, welches Maß an Nachhaltigkeit die einzelnen Ansätze erfüllen. Ferner ist entscheidend, welches strategische Bewirtschaftungsmuster in der Praxis realisierbar ist.

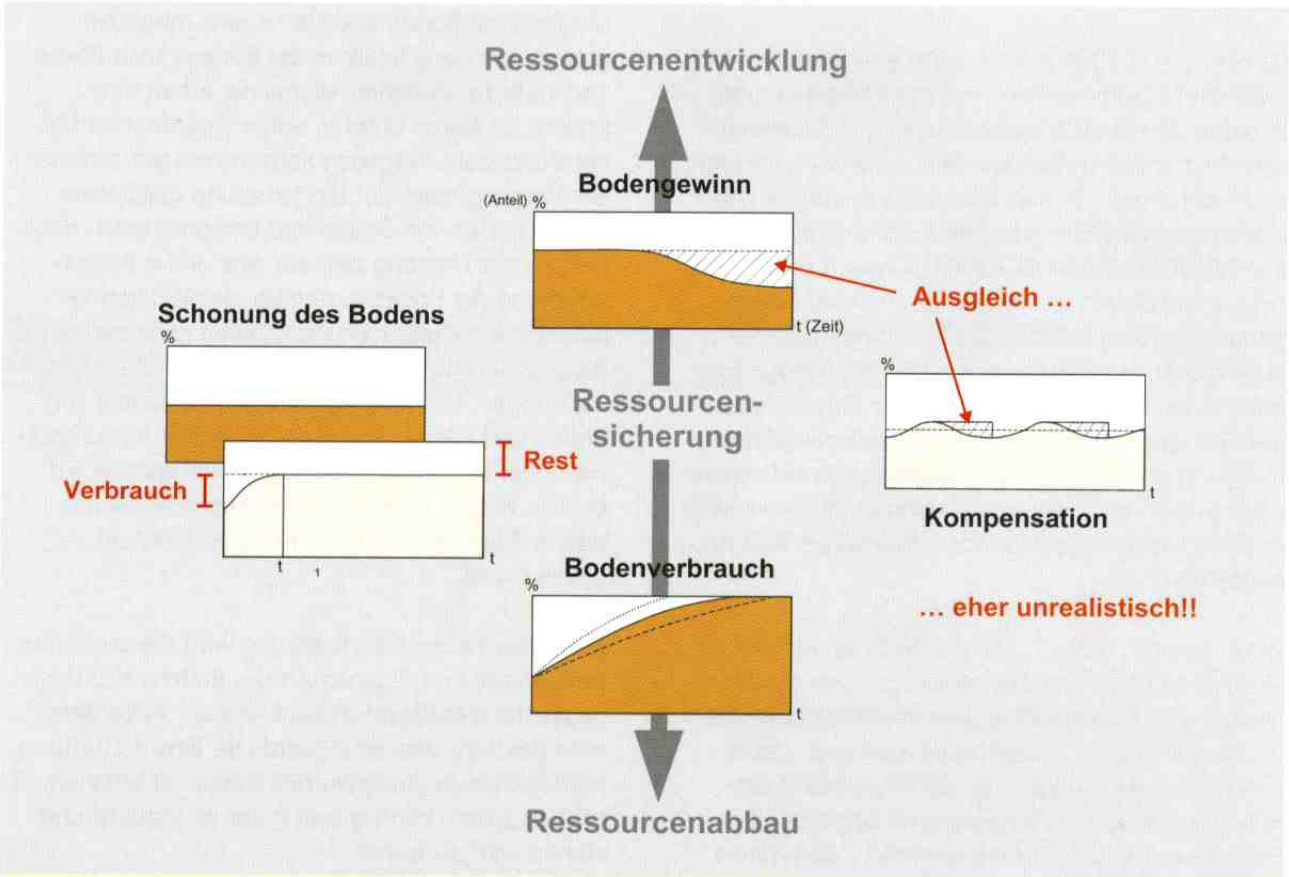


Abb. 11: *Strategien zur Bewirtschaftung der Bodenressourcen*

5.1.1 Bodenverbrauch

Anhaltende Inanspruchnahmen bislang unberührter Böden verringern die Bodenvorräte kontinuierlich. Dabei gibt es, ungeachtet unterschiedlich dynamischer Entwicklungen, immer einen Zeitpunkt, an dem die Ressource aufgezehrt ist. Derartige Trendentwicklungen sind heute allgemein zu beobachten und beschreiben das Muster des klassischen Umgangs mit Boden. Dieser ist infolge des drohenden „Totalverlusts" an Boden jedoch keinesfalls nachhaltig und daher auch nicht zielführend.

5.1.2 Schonung des Bodens

Erst wenn Böden geschont und nicht mehr neu in Anspruch genommen werden, tritt ein konstant stabiler Zustand ein. Ab diesem Moment sind die Vorräte in Quantität und Qualität auf dem zugehörigen Niveau gesichert. Spontan kann dieser Zustand kaum erreicht werden. Vielmehr muss beim Anstreben konstanter Verhältnisse bis zur Zielerreichung mit einer Übergangsfrist gerechnet werden, in der noch ein gewisser, rückläufiger Verbrauch unvermeidlich ist und der noch in Kauf genommen werden muss.

Sobald der Trend signalisiert, dass kein weiterer Bodenverbrauch mehr auftritt, setzt die nachhaltige Wirkung ein, wobei der dann noch erhaltene Rest an Böden den geschützten Vorräten entspricht. Sofern dieser Rest groß genug ist und die unvermeidlichen Verluste unerheblich sind, würde diese Strategie die Anforderungen einer nachhaltigen Entwicklung weitgehend erfüllen. Deutlich wir aber auch, dass deren Realisierung sehr anspruchsvoll ist, weil bereits kleine Abweichungen zu einem Rückfall in klassische Verbrauchsmuster führen.

5.1.3 Bodengewinn und Eingriffsausgleich

Ein Zugewinn an Böden zählt zu den eher theoretischen Bewirtschaftungsformen. Er setzt voraus, dass die Bodenressourcen so wiederherstellbar sind, dass eingetretene Verluste ausgeglichen werden können. Sofern dies zuträfe, ließen sich Handlungsmuster entwickeln, bei denen kalkulierte Verluste im Rahmen vorbereiteter Maßnahmen anderenorts gezielt kompensiert werden könnten. Dann käme rechnerisch auch ein „quasistabiler" Trend zu Stande.

Dieser Ansatz ist gefällig, weil Einschränkungen unbeliebt sind und weil er scheinbar Lösungen anbietet, die auch noch Flexibilität versprechen. Deshalb gelten solche reaktiven Muster auf den ersten Blick als modern und zielführend. Sie sind aber gefährlich, denn sie unterstellen, dass der Ausgleich im Bedarfsfall anstandslos funktioniert. Diese Annahme ist jedoch falsch. In Wirklichkeit sind die Realisierungschancen für eine erfolgreiche Kompensation von Eingriffen in Böden nämlich eher gering. Oft ist es schon schwierig, die grundlegende materielle Anforderung überhaupt, geschweige denn im ausreichenden Umfang, zu erfüllen. Sie lautet einfach:

Es muss eine nachweisliche (= mit dem Bodenindex messbare) Verbesserung erzielt werden!

Gerade in Ballungsräumen, in denen bereits viele Böden beansprucht sind und weiterhin großer Druck auf noch unberührte Böden herrscht, sind die Chancen für einen Ausgleich besonders schlecht. Hier gibt es nicht genug Flächen mit behandlungswürdigen, d.h. minderwertigen oder funktionsgestörten Böden, die im Zuge eines Ausgleichs nennenswert „verbessert" werden könnten. Auch macht die Rückgabe von vorbeanspruchten und dann wieder funktionsertüchtigten Böden in den Naturkreislauf als Gegenzug zu einer Neubeanspruchung naturnaher Böden keinen Sinn. Hier zählen vorgenutzte Flächen als klassisches Potenzial der Innenentwicklung. Außerdem lässt sich ein wirkungsvoller Ausgleich nur schwierig realisieren, weil zum Erzielen eines tatsächlichen, messbaren Erfolgs die Qualität behandlungswürdiger Böden um mindestens eine Stufe angehoben werden müsste. Sofern dies technisch überhaupt möglich wäre, würde die Machbarkeit oft schnell an die Grenzen der Verhältnismäßigkeit stoßen.

Daher taugen Strategien, die zwingend auf einen Ausgleich setzen, in der allgemeinen Praxis kaum. Dies wird an einem einfachen Rechenbeispiel mit dem Bodenindex schnell deutlich **(Abb. 12)**. Nach den hier getroffenen Konventionen gilt: Die volle Beanspruchung von einem Hektar sehr guter Böden (Qualitätsstufe 5) setzt voraus, dass fünf Hektar mindere Böden um eine Qualitätsstufe aufgewertet werden können. Angesichts dieser Missverhältnisse ist schnell klar, dass vielerorts das Angebot geeigneter Ausgleichsflächen zur Kompensation neuer Bodeninanspruchnahmen kaum ausreichen wird. Daran ändern auch einzelne durchaus positive Ausgleichsmaßnahmen im Bereich Boden, wie z.B. beim Bahnprojekt Stuttgart 21, bei dem 20 ha Bahnbetriebsflächen aus städteplanerischen Gründen gezielt in Parkflächen überführt werden sollen, in den traditionell negativen Gesamtbilanzen meist wenig. Sie mildern deren Defizit lediglich ab.

Grundsätzlich sollte man jedoch davon ausgehen, dass der Sinn „bodenverbessernder" Ausgleichsmaßnahmen im Innenbereich oft fraglich ist, besonders wenn diese zur Kompensation von Inanspruchnahmen naturnaher Böden im Außenbereich dienen sollen. Grund ist, dass vorgenutzte Flächen bzw. Böden im Innenbereich eigentlich das klassische Potenzial für die ressourcenschonende Innenentwicklung darstellen und im Sinne eines sparsamen Umgangs mit Boden auch entsprechend vorteilhaft genutzt werden sollten.

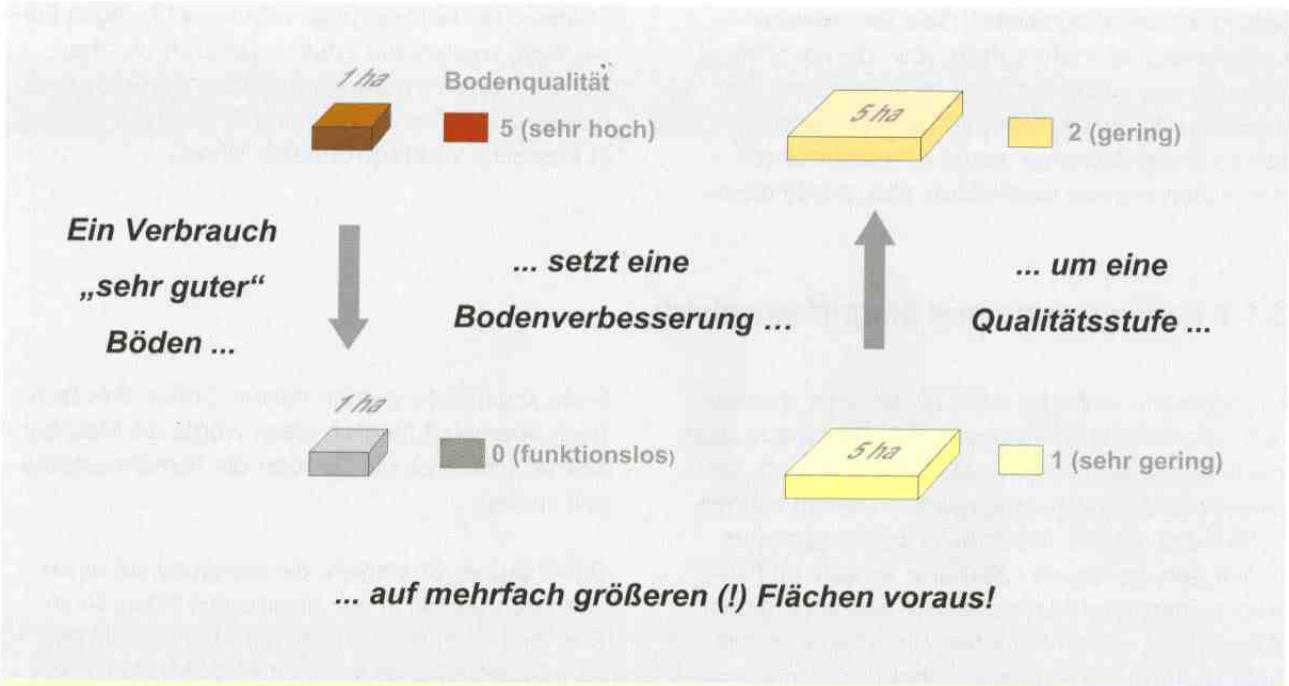


Abb. 12: *Unproportional hoher Flächenbedarf zum Ausgleich von kleinräumigen Inanspruchnahmen „sehr guter" Böden; Bodenqualität in QS (1/ha)*

5.2 Leitbild für den nachhaltigen Umgang mit Boden

Im Ergebnis der Strategieanalyse wird folgendes deutlich:

- Bodenverbrauch führt unweigerlich zu Ressourcenengpässen und damit in die Handlungsunfähigkeit. Gleichzeitig sind Strategien, die auf einen Rückgewinn von Boden setzen, wenig aussichtsreich.
- Nachhaltigkeit kann insofern nur dort erreicht werden, wo dauerhaft stabile Bodenverhältnisse eintreten. Hierzu muss die Inanspruchnahme naturnaher Böden eingedämmt und über kurz oder lang vollkommen eingefroren werden.

Weil diese Zielvorstellung nicht sofort, sondern erst nach einer gewissen Übergangszeit realisierbar ist, sieht das zugehörige Leitbild folgendermaßen aus **(Abb. 13)**:

Darin steht die Größe des „Restes" für die Menge der besonders schutzwürdigen Böden bzw. für deren Qualität (z.B. in BX-Punkten). Der „Verbrauch" kennzeichnet den Verlust, der übergangsweise noch in Kauf genommen werden muss. Der „Zeitpunkt t_1" kennzeichnet das Ende der Übergangsfrist und den Beginn der konstanten Verhältnisse.

Anhand dieser maßgeblichen Kenngrößen des Leitbildes ist schnell klar, dass im Zusammenhang mit einer nachhaltigen Bewirtschaftung der Bodenvorräte strategische Entscheidungen, nämlich

- **zu Qualitätszielen (Verbrauch/Rest-Beziehung) und**
- **zu Zeitzielen (Umsetzungszeit t_1, Verbrauchsrate BX/a)**

zu treffen sind.

Dabei definiert das **Qualitätsziel** die Wechselbeziehung zwischen dem Vorrat, der erhalten werden soll und dem Verbrauch (= „Opfer"), der noch übergangsweise toleriert wird. Das **Zeitziel** bestimmt das Ende des zeitlichen Handlungsspielraums, in dem die notwendigen Maßnahmen umgesetzt sein müssen. Ein nachgeordnetes Zeitziel ist die Verbrauchsrate. Sie beschreibt, wie der Boden bis zum Eintritt konstanter Verhältnisse zeitabhängig in Anspruch genommen werden soll.

Das Leitbild verdeutlicht, dass Qualität und Zeit als maßgebliche Kriterien die Nachhaltigkeit bestimmen. Dabei sind nur solche Entwicklungen nachhal-

tig, bei denen ein Höchstmaß an Qualität möglichst dauerhaft erhalten bleibt. Damit keine untolerierbaren Defizite auftreten, dürfen die gesteckten Qualitätsziele nur unerheblich von den heutigen Standards abweichen. Gleichzeitig gilt es, die Übergangsfrist zur Einführung neuer Handlungsmuster zu nutzen. Dabei ist wichtig, dass der befristet in Kauf zu nehmende Verlust nicht schlagartig, sondern schrittweise auf den Übergangszeitraum verteilt eintritt.

Das Leitbild zeigt auch, dass nachhaltige Strategien Entschlossenheit und klare Vorgaben voraussetzen. Ferner wird klar, dass eine erfolgreiche Umsetzung zugehöriger Konzepte nur dann aussichtsreich ist, wenn auch der Wille und die Möglichkeiten, die Bodeninanspruchnahme zu kontrollieren und ggf. zu steuern, vorhanden sind. Gerade hierbei ist ein hohes Maß an Feingespür und Disziplin gefragt, weil die Nachhaltigkeit im Bereich Boden ein labiler Zustand ist, der schwer erreichbar ist und bei dem rasch Rückfälle drohen.

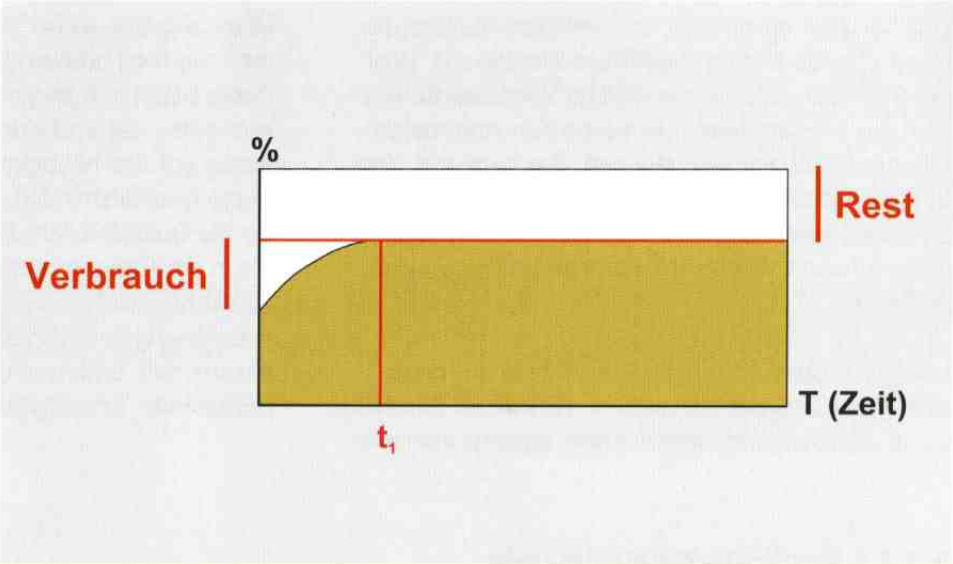


Abb. 13: *Leitbild der nachhaltigen Entwicklung*

5.2.1 Strategische Randbedingungen

Im Vorfeld einer konzeptionellen Umsetzung des Leitbilds **(Abb. 13)** waren im Projekt BOKS zwei weitere Entscheidungen, die ihren Ursprung in Wünschen und Hinweisen der späteren Anwender (Stadtplaner, Mitglieder des Gemeinderats) hatten, methodisch richtungweisend. Sie lauten wie folgt:

- **Konzeptioneller Bodenschutz soll die übrigen Bemühungen zur Umweltsicherung ergänzen. Boden und andere Schutzgüter konkurrieren dabei nicht.**
- **Die Bodenressourcen sollen ohne Schutzgebiete im Sinne von „Tabuflächen" gesichert werden.**

Die erste Vorgabe verdeutlicht die gängige Rechtslage, bei der die einzelnen Umweltschutzgüter nebeneinander stehen und gleiche Rechtsposition besitzen. Das heißt aber auch, dass die übergangsweise noch tolerierten Inanspruchnahmen außerhalb bestehender Schutzgebiete (z.B. Trinkwasser-, Naturschutzgebiete) stattfinden sollen.

Mit der zweiten Vorgabe wird der breiten Ablehnung neuartiger Schutzgebiete Rechnung getragen. Allgemein herrscht die Besorgnis, dass sie in Form weiterer „Tabuflächen" Planungs- und Handlungsspielräume einengen. Insofern stoßen Schutzgebiete zur Sicherung der Bodenressourcen bei allen Beteiligten bzw. Betroffenen – von den Planern über die Gemeinderäte bis hin zu den Grundstückseigentümern – auf wenig Akzeptanz. Deshalb wurde im BOKS eine Methode entwickelt, mit der die Bodenvorräte auch ohne Schutzgebiete gesichert werden können.

5.3 Festlegung von Zielen

Im Bodenschutz spielen **Qualitätsziele** (Verbrauch/Rest-Beziehung) und **Zeitziele** (Umsetzungszeit t_1, Verbrauchsrate BX/a) eine maßgebliche Rolle. Im Zuge der Zieldefinition muss konkret festgelegt werden, was in welchem Umfang wie bzw. wie schnell geschützt werden soll **(Abb. 13)**.

5.3.1 Qualitätsziele

Qualitätsziele bestimmen, auf welchem qualitativen Niveau der Bodenvorrat gesichert werden soll. Weil der Bodenschutz eine nachhaltige Vorratswirtschaft verfolgt, müssen diese den materiellen Anforderungen der Nachhaltigkeit genügen. Das bedeutet, dass der momentane Bodenzustand das Maß für weitere Entscheidungen ist. Nennenswerte Abweichungen hiervon haben Verbrauchscharakter und sind nicht nachhaltig.

Insofern müssen konstante Verhältnisse auf heutigem Niveau angestrebt werden. Weil dieser Zustand nicht sofort erreicht werden kann, braucht man eine Übergangsfrist, in der die notwendigen Maßnahmen ergriffen und umgesetzt werden können. Dabei lassen sich begrenzte Zusatzverluste kaum vermeiden. Sie sind jedoch tolerierbar, sofern in Bezug auf den heutigen Zustand keine nennenswerte Qualitätsminderung eintritt. Ausschlaggebend für die Qualitätsbilanz sind hierbei alle Böden, auf die in der Planung ohne weiteres zugegriffen werden kann. Insofern konzentrieren sich die weiteren Betrachtungen in diesem Projekt auf die noch unbeanspruchten Böden solcher Flächen, die außerhalb bestehender Schutzgebiete liegen.

5.3.1.1 Konkrete Qualitätsziele

Zur Bestimmung konkreter Qualitätsziele bedarf es einer einfachen Entscheidung, welche Böden mit welcher Qualität vor Inanspruchnahmen bewahrt bleiben sollen. Im Rückschluss ergeben sich die qualitativ geringerwertigen Böden, deren Verbrauch nicht grundsätzlich ausgeschlossen und gegebenenfalls toleriert wird.

In dieser Art besitzt diese Zieldefinition allerdings noch einen sehr direkten Boden- bzw. Flächenbezug. Sie hat beinahe Schutzgebietscharakter, weil an der Planungskarte unmittelbar abgelesen werden kann, wo schutzwürdige Böden verbreitet sind und wo nicht. Ein solcher Gebietsbezug wurde von vornherein aber für unvorteilhaft erachtet. Gefragt waren dagegen Lösungen, mit denen die Qualitätsziele abstrakt definiert werden können und die von der Fläche losgelöste Handlungsspielräume eröffnen.

5.3.1.2 Abstrakte Qualitätsziele

Falls man eine Qualitätssicherung ohne Schutzgebiete verfolgen will, muss man bestimmte Standards in Form abstrakter Qualitätsziele, die in der Bauleitplanung keinen konkretisierbaren Flächenzwang auslösen, festlegen. Dies kann mit Hilfe der Bodenindikation wie folgt bewerkstelligt werden **(Tab. 11)**:

Eingangs wird geprüft, welche Flächen ohne weiteres für die Planung zur Verfügung stehen. Hierzu werden in einem Betrachtungsgebiet (z.B. einer Gemarkung) alle Flächen ohne Schutzgebietscharakter erfasst, die außerhalb bestehender Siedlungsbereiche liegen (A_{ges}). Diese sind Grundlage der weiteren Berechnungen. Parallel dazu wird entschieden, welche Böden mit welchen Qualitätsstufen als schutzwürdig eingestuft werden.

Dann bestimmt man aus den verfügbaren Flächen ohne Schutzgebietscharakter die Flächenanteile der zu schützenden Böden (A_{schutz}) und zieht Letztere von Ersteren ab. Die Differenz (1) beziffert den verfügbaren Flächenanteil außerhalb bestehender Schutzgebiete, auf denen geringerwertige (= für nicht schützenwert erachtete) Böden verbreitet sind (A_{gering}).

Für diese Flächen mit geringerwertigen Böden wird die durchschnittliche Qualitätsstufe ($QS_{Ø gering}$) für den heutigen, unbeanspruchten Zustand ermittelt (2).

Mit Hilfe der Bodenindikation lässt sich aus den Flächenanteilen der geringerwertigen Böden (A_{gering}) und den zugehörigen durchschnittlichen Qualitätsstufen ($QS_{Ø gering}$) der heutige Qualitätszustand (= Ist-Zustand) im Bereich der weniger bedeutsamen Böden (3) in Indexpunkten ausdrücken (BX_{gering}).

Eingangs einer Prognose künftiger Qualitätseinbußen, die im Zuge einer herkömmlichen Inanspruchnahme der weniger bedeutsamen Böden zu erwarten sind, erhebt man (4) die durchschnittliche Bodenqualitätsstufe im Bereich der heutigen Siedlungsflächen ($QS_{Ø siedl}$).

Sofern man unterstellt, dass im Bereich künftiger Siedlungsflächen eine ähnliche durchschnittliche Bodenqualitätsstufe wie in den heutigen Siedlungsbereichen ($QS_{Ø siedl}$) auftreten wird, kann man die Flächen der nicht schützenswerten Böden (A_{gering}) gedanklich in Siedlungsflächen umwandeln. Diese virtuelle Inanspruchnahme führt zu einem neuen Bodenzustand, der sich in Bodenindex-Punkten (BX_{virt}) beziffern lässt.

Die Punktedifferenz zwischen dem heutigen Bodenzustand (BX_{gering}) und dem virtuellen Bodenzustand (BX_{virt}) beschreibt die rechnerischen Qualitätsverluste, die bei der eingangs getroffenen Entscheidung (= z.B. Verluste bei der Inanspruchnahme mittlerer und geringerwertiger Böden werden ggf. in Kauf genommen) auftreten werden. Diese Punktedifferenz (6) entspricht dem so genannten „Bodenkontingent" (BX_{kont}). Dabei handelt es sich um eine Startmenge an Bodenindex-Punkten, die - eingangs einmal berechnet - proportional zu darauf folgenden Bodeninanspruchnahmen und zugehörigen Qualitätsverlusten schrittweise abnimmt.

$A_{gering} = A_{ges} - A_{schutz}$ (1) Flächenanteil der nicht schützenswerten Böden außerhalb von Schutzgebieten	$QS_{Ø gering} = \frac{AQS\ 1 \cdot QS\ 1 + AQS\ 2 \cdot QS\ 2 + AQS\ 3 \cdot QS\ 3 + \ldots}{AQS\ 1 + AQS\ 2 + AQS\ 3 + \ldots}$
$BX_{gering} = A_{gering} * QS_{Ø gering}$ (3) Vorrat der weniger bedeutsamen Böden	(2) durchschnittliche Bodenqualität der geringerwertigen Böden (hier: $A_{QS\ 1}$, $A_{QS\ 2}$, $A_{QS\ 3}$, ... = Flächenanteile bzw. QS 1, QS 2, QS 3, ... = Qualitätsstufen der geringerwertigen Böden)
$QS_{Ø siedl} = \frac{A_{QS\ 1siedl} \cdot QS\ 1 + A_{QS\ 2siedl} \cdot QS\ 2 + A_{QS\ldots siedl} \cdot QS\ \ldots}{A_{QS\ 0siedl} + A_{QS\ 1siedl} + A_{QS\ 2siedl} + A_{QS\ \ldots siedl}}$ (4) durchschnittliche Bodenqualität im Bereich heutiger Siedlungsflächen (hier: QS 0, QS 1, QS 2, QS ... = im Siedlungsbereich auftretende Qualitätsstufen bzw. $A_{QS\ 0siedl}$, $A_{QS\ 1siedl}$, $A_{QS\ 2siedl}$, $A_{QS\ldots siedl}$ = deren zugehörige Flächenanteile)	
$BX_{virt} = A_{gering} \cdot QS_{Ø siedl}$ (5) virtuelle Bodenqualität im Bereich geringwertiger Böden bei Umwandlung in Siedlungsfläche	$BX_{kont} = BX_{gering} - BX_{virt}$ (6) Bodenkontingent

Tab. 11: *Schritte zur Berechnung des Bodenkontingents als abstraktes Qualitätsziel*

Bei der oben beschriebenen Bilanz (6) fällt auf, dass der Punktestand des Bodenkontingents kleiner als der heutige Bodenindex für den Bereich der nicht schutzwürdigen Böden ($BX_{kont} < BX_{gering}$) ist.

Diese Diskrepanz klärt sich bei genauerem Hinsehen jedoch einfach auf. Grund ist, dass im heutigen Siedlungsbereich eine durchschnittliche Bodenqualitätsstufe verbreitet ist, die zeigt, dass dort noch längst nicht alle Böden plombiert sind. Hier fallen Parkanlagen oder randliche Stadtgebiete mit Gärten, in denen die Böden zumindest noch teilweise offen sind, statistisch mit ins Gewicht. Erst wenn in fraglichen Bereichen eine Totalversiegelung (= 100%) herrschen würde, wären beide Punktemengen gleich ($BX_{kont} < BX_{gering}$). Die Voraussetzungen für diese Annahme sind aber unrealistisch und können daher auch kein Gegenstand zukunftsfähiger Überlegungen sein.

Mit einem nach oben beschriebenem Muster ermittelten Bodenkontingent lässt sich ein abstraktes Qualitätsziel einfach und exakt definieren. Es kann im Rahmen einer gesteuerten Bodeninanspruchnahme flächenunabhängig bewirtschaftet werden. Ungeachtet dessen, dass dabei die Planung mit keinen konkreten Schutz- bzw. Tabuflächen konfrontiert ist, sind die Zusammenhänge jedoch einfach und klar:

- **Mit jedem Bodenverbrauch wird das Bodenkontingent kleiner.**
- **Beim Zugriff auf qualitativ höherwertige Böden verringert sich das Bodenkontingent schneller.**
- **Wenn das Bodenkontingent aufgebraucht ist, endet die Nachhaltigkeit. Weitere Bodenverluste sind nicht vorgesehen und entsprechen einem massiven Ressourcenabbau.**

Weil mit der abstrakten Zielsetzung nachhaltige Zustände erreicht werden sollen, dürfen die in Kauf zu nehmenden Qualitätsverluste nicht zu hoch, d.h. der Punktestand im „Bodenkontingent" nicht zu groß sein. Nach den Erfahrungen im BOKS werden Verluste von 10 bis 15% des heutigen Qualitätszustands aller Böden, die für Planung noch konfliktfrei zur Verfügung stehen, als gerade noch tolerabel erachtet. Ob der Punktestand im Bodenkontingent dabei nach oben beschriebener Methode der Bodenindikation oder anders – z.B. auch durch eine Vorgabe nach anderen Gesichtspunkten - zu Stande kommt, spielt dabei keine Rolle.

Auf die Bewirtschaftung einer Art Bodenkontingent führt kaum ein Weg vorbei, es sie denn, man fordert einen sofortigen Stop der Inanspruchnahme bislang naturnaher Böden. Obwohl diese Idee im Hinblick auf Nachhaltigkeit als sehr konsequent gelten könnte, scheidet sie in Wirklichkeit aus, weil man zum Umsteuern in alternative Bewirtschaftungsmuster realistische Handlungsspielräume braucht.

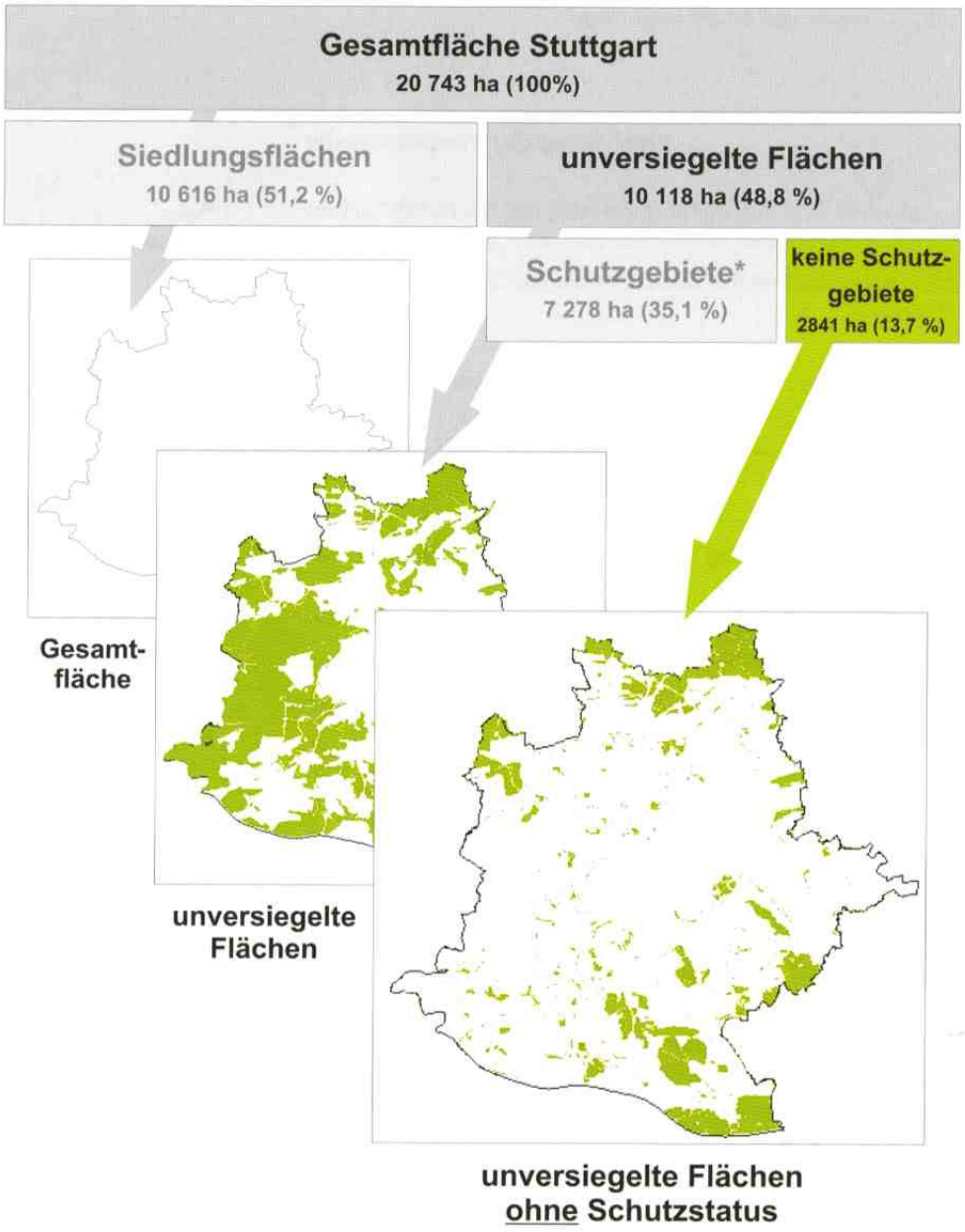
Das Arbeiten mit dem Bodenkontingent als abstraktes Qualitätsziel ist für Planer und Entscheidungsträger vergleichsweise einfach, weil keine konkreten Flächenzwänge herrschen. Es verlangt aber Sorgfalt und Selbstdisziplin, weil nur eine sparsame Bewirtschaftung vor dem Absturz in einen Ressourcenraubbau schützt. Insofern setzt auch diese Methode ein hohes Maß an Eigenverantwortung voraus. Das kommt den Bedürfnissen kommunaler Vertreter sehr entgegen, die großen Wert auf Selbstbestimmung und Freiheit in ihren Entscheidungen legen.

5.3.1.3 Qualitätsziele – Varianten für Stuttgart

An Beispielen aus Stuttgart wird das Verfahren zur Bestimmung abstrakter Qualitätsziele deutlich. Je nach dem, wie anspruchsvoll die Zielvorstellungen sind, lassen sich unterschiedliche Bodenkontingente wie folgt berechnen und miteinander vergleichen:

Eingangs wird eine Analyse zur Flächenverfügbarkeit durchgeführt. Dabei erhält man über ein Abschichtungsverfahren, wie es auch anderenorts gebräuchlich ist (z.B. WALZ & KÜPFER 2004), alle Flächen (A_{ges}), die ohne Kollision mit irgendwelchen Schutzgebieten für eine Umwandlung in Siedlungsflächen in Frage kommen **(Abb. 14)**.

Danach verfügt Stuttgart außerhalb des Siedlungsbereichs noch über insgesamt 2841 ha Bodenflächen, die keinen Schutzbestimmungen unterliegen (A_{ges}). Bei einer Zielvorgabe, die eine Schonung der



** Schutzgebiete = Naturschutz: Naturschutzgebiete, Landschaftsschutzgebiete, FFH – Gebiete, § 24a – Biotope, flächenhafte Naturdenkmale; Waldschutz: Waldbiotope, Schonwald; Grundwasserschutz: Wasserschutzgebiete (Zone I und II), Überschwemmungsgebiete*

Abb. 14: *Abschichtungsverfahren zur Ermittlung verfügbarer Flächen*

Böden mit den Qualitätsstufen 4 und 5 (= gute und sehr gute Böden) vorsieht (Flächenanteil A_{schutz} = 2074 ha), bleiben 767 ha geringerwertige Böden mit Qualitätsstufen < 4 für eine theoretische Inanspruchnahme übrig (A_{gering}). Dort beträgt die durchschnittliche Bodenqualität $QS_{Ø gering}$ = 2,55/ha. Im Bereich der heutigen Siedlungsflächen liegt dieser statistische Wert bei 1,16/ha ($QS_{Ø siedl}$).

Aus diesen Kenndaten wird das zugehörige Bodenkontingent (BX_{kont}) für Stuttgart (Beispiel: Schonung der Böden mit Qualitätsstufen 4 und 5) wie folgt ermittelt:

Ermittlung der Flächenanteile		
Flächenanteile (ha) ohne Schutzgebiete außerhalb der Siedlungsflächen	A_{ges}	**2841**
Flächenanteile (ha) schützenswerter Böden (= Qualitätsstufen 4 und 5 = hoch bis sehr hoch)	A_{schutz}	**- 2074**
Flächenanteile (ha) geringerwertiger (= nicht schützenswerter) Böden (Qualitätsstufen < 4)	A_{gering}	**= 767**

Ermittlung des Bodenkontingents über die Bodenindizes		
Heutige Bodenqualität (BX-Punkte) im Bereich geringerwertiger Böden ($QS_{Ø gering}$ = 2,55/ha) ⇒ 767 ha · 2,55/ha	BX_{gering}	**1956**
Virtuelle Bodenqualität (BX-Punkte) nach Umwandlung in Siedlungsfläche ($QS_{Ø siedl}$ = 1,16/ha) ⇒ 67 ha · 1,16/ha	BX_{virt}	**- 890**
Verlust bei Umwandlung in Siedlungsfläche (BX-Punkte) = Bodenkontingent für die Gesamtmarkung Stuttgart	BX_{kont}	**= 1066**

Tab. 12: *Ermittlung des Bodenkontingents für die Gesamtmarkung Stuttgart*

Je nachdem, welche Böden mit welcher Qualitätsstufe geschützt werden sollen, lassen sich nach oben beschriebener Methode vereinfacht 5 Varianten (A, B, C, D, E) für Stuttgart berechnen. Diese unterscheiden sich in dieser Abfolge im Rückgang der Qualitätsansprüche. Parallel dazu wächst der tolerierte Qualitätsverlust von Variante A zu Variante E **(Abb. 15)**.

Die Zielvorgaben folgender 5 Varianten sind zum einfachen Verständnis nach den Qualitätsstufen der Planungskarte gestaffelt. Hierbei werden die Unterschiede zwischen brauchbaren und untauglichen Ansätzen in ausreichender Tiefe deutlich. Eine Untersuchung zusätzlicher Variationen, die keinen maßgeblichen Erkenntniszuwachs erwarten lassen, war demnach überflüssig.

Variante A: Qualitätsziel ist der heutige Zustand von insgesamt 8883 Bodenindex-Punkten (= 100%) ohne Abstriche. Das bedeutet, dass kein zusätzlicher Boden- bzw. Qualitätsverlust zugestanden wird. Insofern gibt es auch keine Übergangsfristen. Ein derartiges rigides Muster unterstellt, dass alle erforderlichen Maßnahmen bereits ergriffen wurden und diese sofort wirken. Weil das aber kaum der Fall ist, beschreibt dieses Beispiel einen theoretischen Idealzustand, den es praktisch nicht gibt.

Variante B: Hier entspricht das Qualitätziel einem Erhalt von Böden mit mittlerer bis sehr hoher Qualität (= Qualitätsstufen 3 bis 5). Bei derartig hohen Schutzerwartungen sind die Verluste mit 1% klein, allerdings beträgt das verfügbare Bodenkontingent auch nur 89 Bodenindexpunkte. Insofern ist die Realisierung dieser Variante mangels ausreichender Zeit- und Handlungsspielräume gleichfalls unrealistisch.

Variante C: Die Erwartungen orientieren sich an einem Standard hoher bis sehr hoher Qualität

(= Qualitätsstufen 4 und 5). Das zugehörige Bodenkontingent von 1066 Bodenindex-Punkten definiert eine zulässige Qualitätsabnahme durch Bodeninanspruchnahme von 12% und bietet bereits hinreichende Möglichkeiten für eine gezielte Bodenbewirtschaftung. Es öffnet unter den heutigen Ansätzen (Inanspruchnahmen analog den Vorstellungen des FNP 2010) realisierbare Perspektiven für etwas mehr als eine Generation, die über Vorgaben zur Bewirtschaftung optimiert werden können. Diese Variante ist attraktiv, weil mit diesen Qualitätszielen die materiellen Anforderungen der Nachhaltigkeit grundsätzlich erreichbar werden.

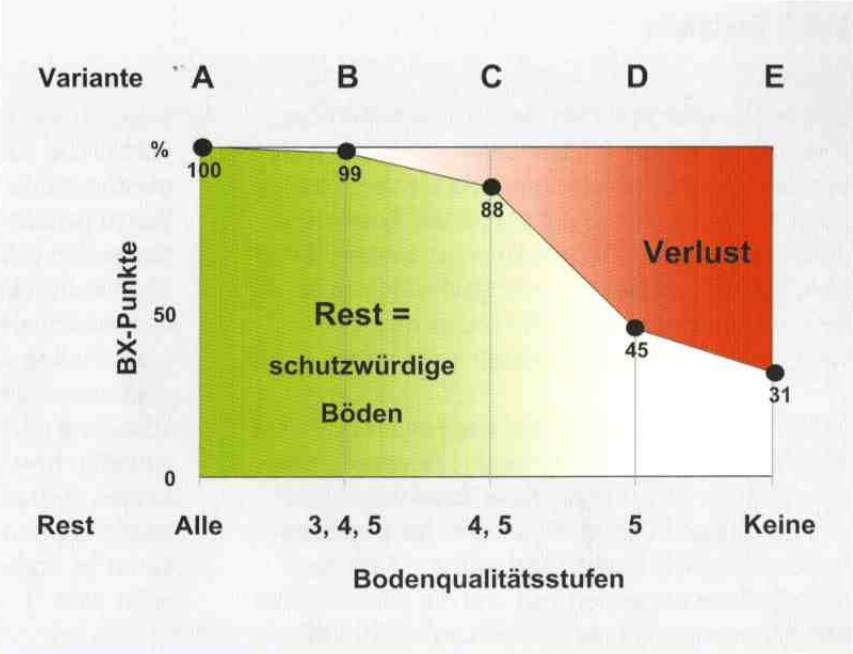


Abb. 15: *Qualitative Varianten*

Variante D: Hier konzentrieren sich die Vorgaben auf den Erhalt sehr hoher Qualitätszustände (= Qualitätsstufe 5). Das bedeutet, dass bei dem zugehörigen Bodenkontingent von 4886 Indexpunkten Verluste von etwa 55% auftreten. Infolge dieser unproportional hohen Qualitätseinbußen ist diese Variante nicht nachhaltig und somit auch nicht zielführend.

Variante E: Diese sieht eine Umwandlung aller Flächen ohne Schutzgebietscharakter in Siedlungsflächen vor. Dabei reduziert sich die Qualität der naturnahen Böden im Außenbereich, wo gewöhnlich Qualitätsstufen 2 bis 5 verbreitet sind, auf einen rechnerischen Durchschnitt von 1,16/ha. Das zugehörige Bodenkontingent beträgt 6129 Indexpunkte. Damit würden bei einem Verlust von 69% nur noch 31% der heutigen Bodenqualität übrig bleiben. Ein Totalverlust tritt vorläufig noch nicht ein, weil bei der heutigen Siedlungsdichte nur etwa 50% der Bodenflächen tatsächlich bebaut sind, beim Rest handelt es sich um offene Bereiche (z.B. Gärten, Grünanlagen, Parks usw.). Erst wenn hier nachverdichtet wird, tendiert die durchschnittliche Bodenqualität von derzeit noch 1,16 immer mehr gegen die Qualitätsstufe 0. Gleichzeitig gehen die restlichen 31% an Bodenqualität (= 2754 Bodenindex-Punkte) auch noch verloren. Variante E verfolgt in Wirklichkeit keine vernünftigen Qualitätsziele und verlangt auch keine ernsthafte Steuerung. Sie beschreibt die Auswirkungen der vielerorts gängigen Praxis, bei der über kurz oder lang alle Handlungsspielräume verloren gehen. Dieses Muster führt in absehbarer Zeit unweigerlich in einen massiven Ressourcenabbau.

Der **Variantenvergleich** zeigt, welche gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen Verbrauch (= zu tolerierender Verlust) und Rest (= schutzwürdige Böden) bestehen. Gleichzeitig wird deutlich, welches Spannungsfeld zwischen möglichen Handlungsspielräumen und der Nachhaltigkeit besteht. Es fällt auf, dass die Bandbreite Erfolg versprechender Zielvorstellungen in Wirklichkeit vergleichsweise gering ist. Sie wird von der Nicht-Realisierbarkeit einerseits und der mangelhaften Nachhaltigkeit andererseits begrenzt. In Abb. 14 ist leicht erkennbar, welche der Varianten den übergeordneten Leitvorstellungen einer nachhaltigen Bodenbewirtschaftung entsprechen und welche die höchsten Verwirklichungschancen besitzen. Gleichzeitig wird klar, welche weniger nachhaltig sind und welche unweigerlich zu untolerierbaren Einbußen bis hin zum Totalverlust führen. Diese hier beschriebenen Wechselwirkungen treten auch anderenorts auf. Insofern sind folgende Resultate dieser Beispiele allgemeingültig:

Unzureichende Vorstellungen zu den maßgeblichen Wirkungszusammenhängen spiegeln zunächst scheinbar große Handlungsspielräume vor. Dabei funktioniert das bisherige Muster der Bodeninanspruchnahme auch ohne große Steuerung, wobei eine eigendynamische Entwicklung droht. Gerade das ist eine ernste Gefahr, weil mangelhafte Zielvorstellungen eine Steuerung verhindern. Sie geben der Inanspruchnahme freien Lauf und leiten so den Ressourcenabbau ein, der im totalen Verlust der Bodenvorräte endet.

5.3.2 Zeitziele

Zeitziele kennzeichnen die Fristen, in welchen der Bedarf bei künftiger Bodeninanspruchnahme noch aus dem Bodenkontingent gedeckt werden darf. Danach sollen in Bezug auf den Boden besonders die qualitativen Verhältnisse konstant bleiben. Dann ist im Idealfall das Stadium der Nachhaltigkeit (= Ressourcensicherung) erreicht und es findet kein weiterer Neuverbrauch an Boden mehr statt.

Sofern dies aber misslingt und das Bodenkontingent aufgezehrt ist, beginnt der massive Ressourcenabbau. Insofern ist das Ende dieser Bewirtschaftungsfrist der späteste Zeitpunkt, an dem die angestrebten Qualitätsziele erreicht sein müssen. Falls dann noch Defizite vorhanden sind und die erforderlichen Maßnahmen zum Bodenschutz nur unvollständig greifen, sind zusätzliche Abstriche von den ursprünglichen Qualitätszielen, welche die Nachhaltigkeit bestimmen, unvermeidlich.

Damit ist der Zeitraum, in dem das Bodenkontingent zur Verfügung steht, eine wichtige Planungs- und Steuergröße. Aus ihm lassen sich zeitabhängige Vorgaben zur Bewirtschaftung ableiten. Dabei kann die Beanspruchung des Bodenkontingents in Form einer Rate vorgeschrieben werden, welche den Qualitätsverlust in Abhängigkeit der Zeit (z.B. Bodenindexpunkte/Jahr) regelt. Sofern diese Verbrauchsrate jährlich zurückgefahren wird, können in absehbarer Zeit konstante Verhältnisse erzielt werden. Gleichzeitig eignet sie sich zur Kontrolle, weil über einen Soll-/Ist-Vergleich eine schnelle Standortbestimmung möglich ist.

Analog zu den Qualitätsvorstellungen können auch Zeitziele konkret oder abstrakt definiert werden. Dabei benötigen Varianten, die in bestimmten Fristen zu messbaren Erfolgen führen sollen, klare terminliche Vorgaben (z.B.: „Bis dann und dann müssen stabile Qualitätszustände erreicht sein."). Hierzu gehören auch Vorgaben zu Bewirtschaftungsraten (z.B.: Damit bis dann und dann stabile Qualitätszustände herrschen, muss die Rate der Inanspruchnahme jährlich um so und soviel Bodenindex-Punkte reduziert werden"). Sofern jedoch unabhängig von zeitlichen Entwicklungen eher entscheidend ist, dass bestimmte (qualitative) Zustände eintreten bzw. erhalten bleiben, können Zeitvorstellungen abstrakt formuliert werden (z.B.: „Die Bewirtschaftung muss so erfolgen, dass der Punktevorrat im Bodenkontingent keinesfalls (= nie) aufgezehrt wird.").

Nach diesen Zusammenhängen ist wahrscheinlich, dass die Kommunen zunächst an abstrakten Definitionen der Zeitziele interessiert sind. Das hält Spielräume bei der Bewirtschaftung offen, fordert aber gleichzeitig von allen Akteuren in der Bauleitplanung ein hohes Maß an Disziplin und eigenem Verantwortungsbewusstsein, stets im beabsichtigten Sinn zu planen und zu entscheiden. Damit es zu keinen Zielverletzungen kommt, muss der Trend der Bodeninanspruchnahme beobachtet werden, wobei kritische Entwicklungen einen Steuerungsbedarf signalisieren. Ab wann dies der Fall ist und in welchen Fristen der vorgegebene Kurs wieder erreicht werden soll, wird dann in Form konkreter Zeitziele festgelegt werden müssen.

5.3.2.1 Zeitziele – Varianten für Stuttgart

Die Ernsthaftigkeit der Bemühungen zur nachhaltigen Bodenbewirtschaftung kommt in den Zeitzielen zum Ausdruck. Je nach örtlichen Vorstellungen gibt es unterschiedliche Zusammenhänge und Grundvarianten, die sich an wenigen Stuttgarter Beispielen wie folgt veranschaulichen und miteinander vergleichen lassen:

Variante I beschreibt die Umsetzung der Vorgaben des aktuellen Flächennutzungsplans 2010 mit einer konstanten Neuverbrauchsrate von 30 BX/Jahr **(Abb. 16)**. Bei dieser einfachen Regelung reicht ein Bodenkontingent von 1000 Bodenindexpunkten bis zum Jahr 2035. Für ein bestimmtes Bodenkontingent definiert jede Vorgabe einer konstanten Verbrauchsrate einen zugehörigen Bewirtschaftungszeitraum. Umgekehrt ergibt sich bei vorgegebener Laufzeit ein kontingentspezifischer durchschnittlicher Jahresverbrauch an Bodenindexpunkten. Sofern der aktuelle Verbrauch diese Rate überschrei-

tet, ist das Bodenkontingent schneller aufgezehrt. Dadurch tritt ein Konflikt mit den qualitativen Nachhaltigkeitsanforderungen rascher ein. Eine aktuell geringere Verbrauchsrate, die unterhalb der Zielvorgabe liegt, signalisiert eine sparsamere Aufzehrung des Bodenkontingents.

Mit dieser Form der Kontingentbewirtschaftung können aber niemals konstante Verhältnisse im Sinne einer Ressourcensicherung erreicht werden. Insofern ist eine Kollision mit den qualitativen Anforderungen der Nachhaltigkeit unvermeidlich. Sie tritt unweigerlich ein, sobald das Bodenkontingent aufgebraucht ist. Dann setzt ein Ressourcenabbau ein, der nicht mehr in Kauf genommen werden kann.

Diese Streckung des Bewirtschaftungszeitraums zeigt, welchen bedeutenden Einfluss solche Flächenpotenziale für eine nachhaltige Entwicklung besitzen. Dies gilt umso mehr, da es sich bei den Flächen im Innenbereich, anders als bei den Böden im Außenbereich, um ein regeneratives Potenzial handelt. Insofern sind Vorgaben zur systematischen Innenentwicklung (BALDAUF 2003, MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR et al. 2003, LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ 2003a, b) unverzichtbarer Bestandteil konzeptioneller Ansätze zum Bodenschutz. Idealzustand wäre, wenn der Bedarf vollkommen und dauerhaft im Innenbereich gedeckt werden könnte. Solange dies jedoch nicht gelingt, ist auch hier ein Ressourcenabbau mittelfristig unvermeidlich.

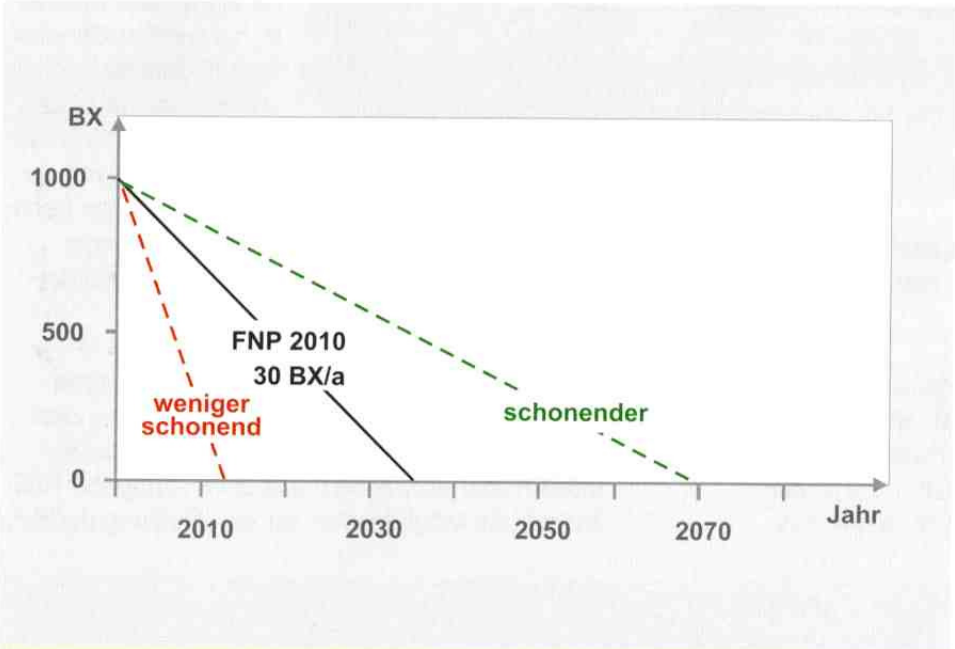


Abb. 16: *Variante I, konstante Verbrauchsrate*

Variante III beschreibt eine auf konstante Verhältnisse ausgerichtete Entwicklung. Diese setzt komplexere Zielentscheidungen voraus, welche regeln, dass der jährlich zulässige Bodenverbrauch schrittweise zurückgefahren wird und sich die qualitativen Bodenverhältnisse auf einem akzeptablen Niveau stabilisieren **(Abb. 18)**. Diese Reduktion der Verbrauchsrate läuft parallel zur Abnahme des bewirtschaftbaren Bodenkontingents und veranschaulicht dessen Verknappung. Dadurch wird der notwendige Handlungsbedarf deutlich und die Motivation zur Umsetzung der erforderlichen Maßnahmen steigt. Gleichzeitig führt die Vorgabe zur degressiven Bewirtschaftung des Bodenkontingents bei geschickter Kalkulation automatisch zu den angestrebten konstanten Verhältnissen.

Variante II verdeutlicht den Aufschub einer Inanspruchnahme bislang unangetasteter Böden durch Innenentwicklung **(Abb. 17)**, die hier mit dem Projekt „Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS)" (LANDESHAUPTSTADT STUTTGART 2003) konsequent verfolgt wird. Dabei soll das Stuttgarter Flächenpotenzial an Baulücken und Brachflächen im Innenbereich von derzeit ca. 410 ha vorrangig genutzt werden. Bei einem veranschlagten Bedarf an Neubauflächen von 16,4 ha/Jahr, wie ihn der FNP 2010 vorsieht, würde die Innenentwicklung rein rechnerisch zeitliche Handlungsspielräume von wenigstens weiteren 25 Jahren eröffnen. Damit könnte die Aufzehrung eines Bodenkontingents von 1000 Bodenindexpunkten, trotz einer Neuverbrauchsrate wie in Variante I (30 BX-Punkte/Jahr), bis ins Jahr 2060 aufgeschoben werden.

Sofern bei der Bewirtschaftung des Stuttgarter Bodenkontingents von 1000 Bodenindex-Punkten der im Flächennutzungsplan 2010 vorgesehene Bodenverbrauch von 30 BX/Jahr um kontinuierlich 1 BX/Jahr reduziert wird, könnten bereits ab dem Jahr 2040 konstante Zustände eintreten. Bei einer Reduktion um 2 BX/Jahr wäre dieser Erfolg bereits ab dem Jahr 2025 erreichbar. In beiden Fällen wird das Bodenkontingent nicht aufgebraucht. Erst bei einer Minderung der Verbrauchsrate um ca. 0,6

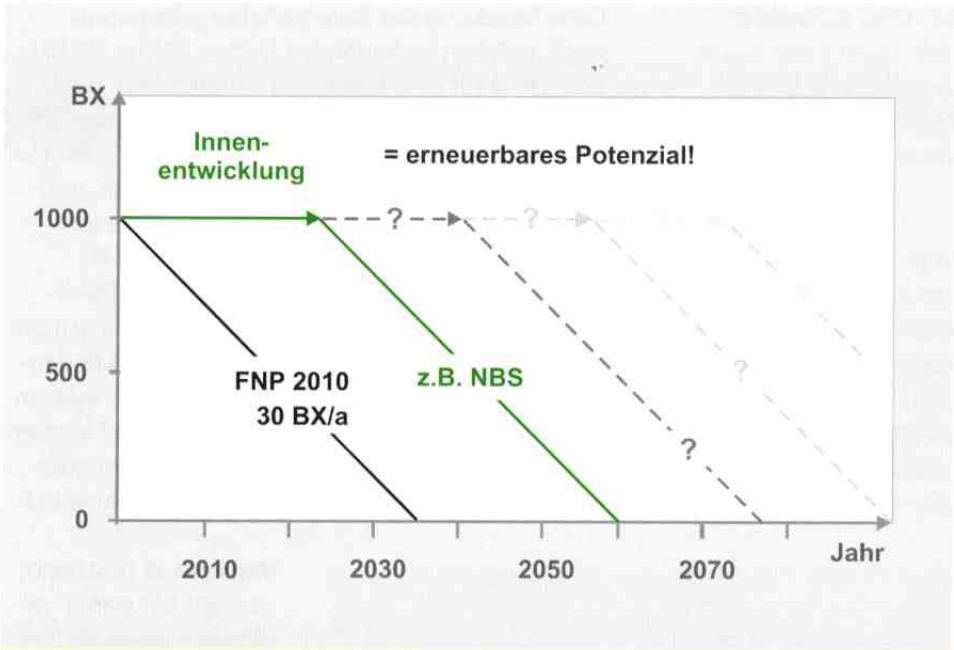


Abb. 17: *Variante II, Aufschub einer Inanspruchnahme neuer Böden durch konsequente Innenentwicklung*

BX/Jahr würde dieses voll ausgeschöpft werden, wobei konstante Verhältnisse etwa ab dem Jahr 2061 erreicht wären.

Die **Analyse vorgenannter Beispiele** zeigt, dass Variante I lediglich geeignet ist, eine Kollision mit qualitativen Nachhaltigkeitsanforderungen zu verzögern, nicht aber sie zu verhindern. Sie ist daher nicht nachhaltig und somit nicht zielführend.

Variante II verdeutlicht, dass eine reine Innenentwicklung unter gleichzeitigem Verzicht auf Neuverbrauch den zukünftigen Idealmechanismus zur Gewährleistung der Nachhaltigkeit darstellt. Klar wird aber auch, dass Nachhaltigkeit nur dann erreicht und solange aufrechterhalten werden kann, wie der Flächenbedarf ausschließlich und dauerhaft im Innenbereich gedeckt wird. Sobald dies nicht mehr bewerkstelligt werden kann, muss unverzüglich gegengesteuert werden. Wenn dies ohne Erfolg bleibt, ist – ähnlich der Variante I - über kurz oder lang ein Verlust der Nachhaltigkeit vorprogrammiert.

Da die heutigen organisatorischen und planerischen Voraussetzungen für eine reine Bedarfsdeckung im Innenbereich noch nicht gegeben sind, muss auf Alternativlösungen ausgewichen werden. Hierfür eignet sich Variante III, bei welcher der jährliche Bodenverbrauch schrittweise zurückgefahren wird. Dies ist die Zielvorstellung, mit der sich die zeitlichen Nachhaltigkeitsanforderungen vergleichsweise sicher erfüllen lassen und welche die Handlungserfordernisse zunehmend verdeutlicht.

Für die Praxis eignet sich ein zweigleisiges Vorgehen. Fernziel ist hierbei die alleinige Deckung des Bedarfs im Innenbereich nach Variante II. Hierzu müssen aber erst, ähnlich wie beim Stuttgarter NBS-Projekt, die Möglichkeiten für eine Nutzung der sich

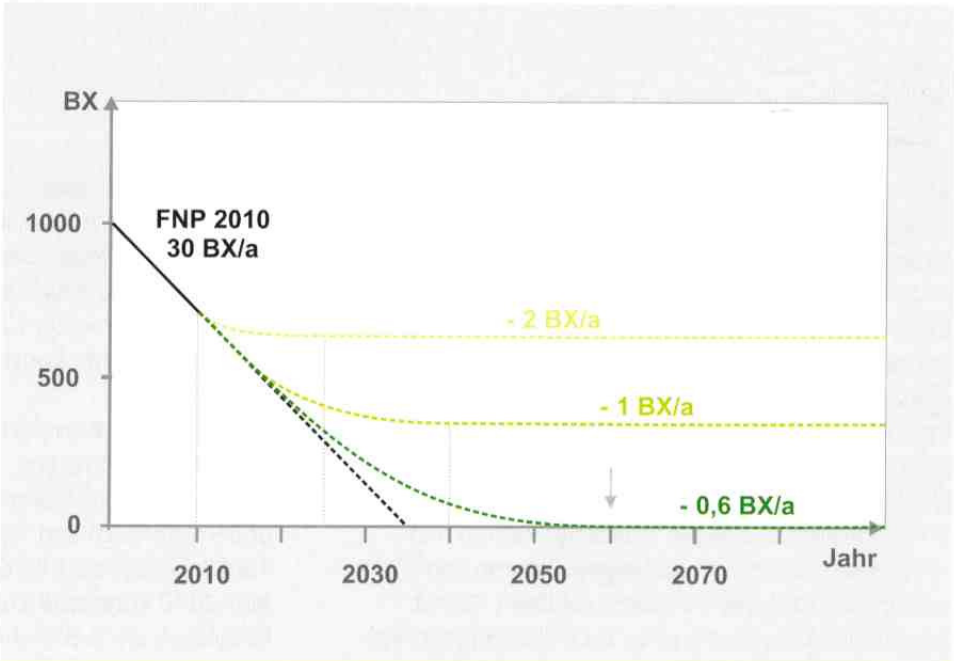


Abb. 18: *Variante III, jährliche Reduzierung der Verbrauchs-raten*

regenerierenden Potenziale im Innenbereich geschaffen werden. Solange die aufgebaut und eingerichtet werden, bietet sich an, ein Bodenkontingent analog der Variante III zu bewirtschaften. Diese Empfehlung gilt nicht nur für Stuttgart sondern überall, weil die geschilderten Wechselwirkungen anderenorts in ähnlicher Art und Weise auftreten.

5.4 Monitoring

Im Projekt BOKS wurden verschiedene Instrumente entwickelt, mit denen die Zielvorgaben auch im Sinne eines kontinuierlichen Monitorings beobachtet werden können. Sie bauen auf der Bodenindikation auf und sind auf unterschiedlichen Ebenen einsetzbar.

Sinnvollerweise soll das Monitoring zum frühest möglichen Zeitpunkt greifen. Insofern muss jede Planung so gekennzeichnet sein, dass der zugehörige Bodenverlust klar zum Ausdruck kommt. Am geeignetsten ist eine kombinierte Darstellung, welche die Bodenveränderung sowohl absolut in Bodenindexpunkten als auch relativ durch einen neuen Punkte-Stand im Bodenkontingent anzeigt.

Die Möglichkeiten zur Beobachtung lassen sich mit Zielvorstellungen zu einer jährlichen Verbrauchsrate (Bodenindexpunkte/Jahr) steigern. Dann kann unabhängig von konkreten Anlässen, beispielsweise zu jährlichen Berichtsterminen, geprüft werden, ob die Erwartungen erfüllt worden sind oder ob das Bodenkontingent überproportional bewirtschaftet wurde.

5.5 Steuerung

Anhand der beschriebenen Wirkungsmechanismen und den Kontrollmöglichkeiten wird deutlich, dass es kaum eine wirksamere Steuergröße gibt als die Bewirtschaftungsrate. Sie ist einerseits Zielvorgabe, an der sich Erfolge und Misserfolge messen lassen. Andererseits ist sie die Stellschraube, die vorübergehend angezogen werden muss, um abweichende Trends bei der Bodeninanspruchnahme wieder auf Kurs zu bringen. Es muss klar werden, dass die befristete Dämpfung der angestrebten Verbrauchsrate oder gar ein vorübergehender Verzicht auf neue Inanspruchnahmen die einzige Möglichkeit darstellt, mit der eine ausgeuferte Bodeninanspruchnahme korrigiert werden kann. Dabei ist die Wechselbeziehung so einfach wie wirksam. Sie lautet: Damit das Ziel (= angestrebte Verbrauchsrate) eingehalten wird, muss eine überproportionale Bodeninanspruchnahme durch Einsparungen (= verstärkte Einschränkungen bei der künftigen Inanspruchnahme) aufgefangen werden.

Notwendige Korrekturmaßnahmen müssen im Bedarfsfall klar beziffert, konsequent verfolgt und ohne Abstriche umgesetzt werden. Ansonsten ist sicher, dass der gesteckte Kurs nicht gehalten werden kann und die angepeilten Ziele verfehlt werden.

Insofern ist ernsthafter Wille zur Steuerung leicht erkennbar. Er setzt klare Zielvorstellungen zur Bodeninanspruchnahme sowie konkrete Vorgaben zur Erfolgskontrolle und zum Monitoring voraus. Hinzu kommt, dass in Fällen mit Steuerungsbedarf verbindliche Regelungen getroffen werden. Dabei spielen definierte Berichtstermine eine wichtige Rolle. Zur gegebenen Zeit kann nicht nur der bisherige Verbrauch bilanziert, sondern erforderlichenfalls auch eine Kurskorrektur eingeleitet werden. Damit zählt die Vorgabe solcher Termine zu den maßgeblichen Voraussetzung eines funktionstauglichen Bodenschutzkonzepts.

6. Implementierung des BOKS in die kommunale Bauleitplanung

Damit Bodenschutzkonzepte wie das BOKS mehr als rein fachliche Empfehlungen sind, die über kurz oder lang in einer Schublade verschwinden, müssen sie zum Bestandteil kommunaler Planungsprozesse erklärt werden. Sie können erst dann Wirkung zeigen, wenn sie per Gemeinderatsbeschluss formal eingeführt wurden. Das bedeutet, dass alle an der Planung beteiligten Akteure, externe Planer und die kommunale Verwaltung, die konzeptionellen Vorstellungen kennen und ein konkreter Auftrag zur deren Umsetzung vorliegt.

6.1 Schritte zur Einführung

Deshalb war die Einführung des BOKS in die Stuttgarter Praxis der Bauleitplanung ein bedeutendes Ziel, das aber bewusst erst im Nachgang zum Gemeinschaftsprojekt, in dem lediglich die Inhalte entwickelt wurden, in Angriff genommen wurde. Dabei dienten die zunächst als unverbindliche Empfehlungen ausgelegten Ergebnisse des BOKS als Richtlinie für Anträge der Umweltverwaltung, die im Einvernehmen mit der Stadtplanung dem Stuttgarter Gemeinderat zur Entscheidung vorgelegt wurden. Absicht war, dass der Stuttgarter Gemeinderat als Gremium, das die kommunale Planungshoheit repräsentiert, den Anregungen aus dem BOKS folgt und entsprechende Vorgehensweisen und Maßgaben für die Bauleitplanung als verbindlich erklärt.

Die Herbeiführung derartiger Gemeinderatsbeschlüsse ist immer auch ein Überzeugungsprozess. Insofern muss bei der Implementierung kommunaler Bodenschutzkonzepte mit Sorgfalt und Gespür vorgegangen werden.

Weil im BOKS operative Ergebnisse (Planungskarte Bodenqualität, Bodenindikation) gut von eher strategischen (Ziele, Steuerung) zu unterscheiden sind, wurde aus fachlichen und didaktischen Gründen eine stufenweise Einführung für sinnvoll erachtet. Dies macht die Inhalte des BOKS und deren Vorteile verständlicher und fördert die Akzeptanz auf kommunaler Seite erheblich. Insofern sollte der Stuttgarter Gemeinderat in zwei Schritten mit den Teilergebnissen des BOKS (BOKS I und BOKS II) wie folgt vertraut gemacht werden (Anlage 5):

BOKS I konzentrierte sich zunächst auf die Einführung der Planungskarte Bodenqualität und der Bodenindikation. Dabei sollte ein Grundverständnis zur qualitativen Vielfalt des Bodens geweckt werden. Weitere Absicht war es, Bewusstsein zu schaffen, welche Auswirkungen bei der Inanspruchnahme von qualitativ hochwertigen Böden auftreten und dass diese kaum wirksam ausgeglichen werden können. Es sollte die Notwendigkeit erkannt werden, dass der Boden in künftigen Verfahren der Bauleitplanung besser erfasst und Inanspruchnahmen sorgfältiger beurteilt werden müssen. Hauptanliegen war jedoch, dass die Planungskarte und die Bodenindikation zu festen Bestandteilen der Bauleitplanung erklärt würden. Des Weiteren war ein Signal wichtig, dass sich die Stadt Stuttgart für ein Leitbild zur nachhaltigen Bodenbewirtschaftung interessiert und eine gezielte Steuerung der Bodeninanspruchnahme verfolgen will.

Mit **BOKS II** sollten - sofern der Gemeinderat den Anträgen zum BOKS I gefolgt ist und eine vertiefte Steuerung des Bodenverbrauchs beabsichtigt – mögliche Zielvorstellungen und Vorschläge für eine Steuerung der Bodeninanspruchnahme unterbreitet werden, die der Stuttgarter Gemeinderat für die Bauleitplanung als verbindlich erklären kann. Im Endergebnis aller Entscheidungen hierzu sollte die formale Einführung des „Bodenschutzkonzepts Stuttgart" stehen, sodass klar ist, welche Ziele die Kommune bei der Bodeninanspruchnahme verfolgt und welche maßgeblichen Instrumente und Methoden in der Bauleitplanung zu deren Erreichung eingesetzt werden sollen. Die praktische Umsetzung ist dann Aufgabe der kommunalen Verwaltung und der Stadtplaner.

6.2 Gemeinderatsbeschlüsse

Damit das BOKS schrittweisen Eingang in die Praxis der Stuttgarter Bauleitplanung findet, wurde zunächst eine Beschlussvorlage zu BOKS I vorbereitet und eingebracht. Nach einer Erörterung im Ausschuss für Umwelt und Technik des Stuttgarter Gemeinderats fielen die Entscheidungen zu BOKS I in öffentlicher Sitzung am 10.05.2005 wie folgt aus:

1. Von der neu entwickelten Planungskarte „Bodenqualität" wird Kenntnis genommen.

2. Der Dokumentation des Bodenverbrauchs über den „Bodenindex" wird zugestimmt.

3. Die Verwaltung wird beauftragt,

3.1 in den Erläuterungen zur Bauleitplanung die betroffenen Qualitätsstufen der Planungskarte „Bodenqualität" anteilsmäßig zu benennen sowie den Bodenverbrauch mit Hilfe des „Bodenindexes" darzustellen,

3.2 ein Leitbild zur nachhaltigen Bodenbewirtschaftung zu entwickeln und eine Methode vorzustellen, mit welcher bei allen Vorhaben der Bauleitplanung der verfügbare Bodenvorrat bilanziert und dessen Bewirtschaftung mit dem „Bodenindex" gesteuert werden kann.

Im Anschluss an den Einstieg mit den Beschlüssen zu BOKS I wurde eine Vorlage zu BOKS II eingebracht. Nach einer Erörterung im Ausschuss für Umwelt und Technik und einer Vorberatung in der Vollversammlung wurden die Anträge zu BOKS II vom Stuttgarter Gemeinderat in öffentlicher Sitzung am 16.03.2006 wie folgt entschieden:

1. Der Gemeinderat spricht sich für die Einführung von Teil II zum "Bodenschutzkonzept Stuttgart" (BOKS II) aus und nimmt zur Kenntnis, dass eine nachhaltige Stadtentwicklung maßgeblich von der Minderung des Neuverbrauchs an Böden abhängt.

2. Aus diesem Grund soll im Zuge der Bauleitplanung

2.1 das Funktionspotenzial der hoch- und sehr hochwertigen Böden in hohem Maß gesichert werden, in dem der haushälterische Umgang mit Boden grundsätzlich über die gezielte Bewirtschaftung eines "Bodenkontingents" auf der Grundlage von 1000 Bodenindex-Punkten gesteuert wird,

2.2 die Rate der Neuinanspruchnahme schrittweise so reduziert wird, dass die Aufzehrung des "Bodenkontingents" vermieden oder möglichst lange hinausgezögert wird. Gleichzeitig soll der Bedarf an Boden schon heute vorrangig und im Fall einer Aufzehrung des "Bodenkontingents" möglichst vollständig im heutigen Innenbereich gedeckt werden.

3. Die Verwaltung wird mit der Umsetzung o.g. Ziele beauftragt, wobei

3.1 in den Erläuterungen zur jeweiligen Bauleitplanung der Punktestand des "Bodenkontingents" fortlaufend zu aktualisieren und darzustellen sind und

3.2 alle 2 Jahre, spätestens aber bei jeder Fortschreibung des FNP, eine Bilanz zum Bodenverbrauch vorzulegen ist und bei Überbewirtschaftungen Vorschläge für Kurskorrekturen zu unterbreiten sind.

Mit der Verabschiedung der Entscheidungsentwürfe zu BOKS II im Gemeinderat (Anlage 5) ist das Bodenschutzkonzept Stuttgart mit seinen auf die hiesigen Bedürfnisse zugeschnittenen Kenngrößen formal eingeführt. Damit ist Stuttgart eine der ersten Großstädte, die im Zusammenhang mit den Verfahren zur Bauleitplanung ein funktionstaugliches Bodenschutzkonzept einsetzen.

6.3 Übertragbarkeit des BOKS

Bei der Entwicklung der BOKS spielten zwar zunächst Stuttgarter Vorstellungen eine maßgebliche Rolle, jedoch stellte sich schnell heraus, dass es anderenorts ähnliche Probleme und Handlungszwänge gibt. Insofern unterscheiden sich die Anforderungen, die kommunalerseits an Bodenschutzkonzepte gestellt werden, im Grundsatz nicht besonders.

Deshalb sind anderswo auch nicht die Stuttgarter Arbeitsmittel (z.B. Planungskarte Bodenqualität Stuttgart) und Kenndaten (z.B. das Stuttgarter Bodenkontingent mit 1000 BX-Punkten), sondern

vielmehr die methodischen Ansätze des BOKS verwertbar. Auch sind die Wechselbeziehungen zur Nachhaltigkeit, die an Stuttgarter Beispielen aufgezeigt und analysiert wurden, landauf und landab gültig. Das bedeutet, dass mit den hier vorgestellten Methoden eigene Lösungen entwickelt werden können, die den Bedürfnissen anderer Kommunen gerecht werden. Die Gründe hierfür sind:

Fachinformationen, mit denen eine Planungskarte Bodenqualität nach dem Muster des BOKS hergestellt werden kann, gibt es beinahe flächendeckend. Sie reichen von der Bodenschätzung über forstliche Standortskartierungen hin zu geologischen oder bodenkundlichen Karten der geologischen Landesdienste. Hinzu kommen Kartierungen und Aufnahmen, die im Zuge wissenschaftlicher Arbeiten an unterschiedlichen Hochschulen durchgeführt wurden. Außerdem haben einige Kommunen in eigener Regie bereits Karten zu einzelnen Bodenfunktionen in Auftrag gegeben.

Allein mit der Bodenschätzung und der forstlichen Standortskartierung lassen sich für die Außenbereiche schon hinreichend brauchbare Planungskarten zur Bodenqualität anfertigen. Dabei genügen für die kommunale Bauleitplanung bereits Darstellungen im Maßstab von etwa 1 : 20 000. Auch ist der Bedarf an allzu differenzierten Kartendarstellungen im Themenbereich „Boden" in der Planung gering, sodass hier übersichtliche Skalierungen (Planungskarte für das BOKS: 6 Qualitätsstufen) völlig ausreichen. Wichtig ist, dass man sich bewusst wird, dass die praktischen Anforderungen an den Informationsgehalt einer Planungskarte Bodenqualität vergleichsweise geringe Ansprüche stellen. Insofern erübrigen sich auch vertiefte Erörterungen zur möglichst detaillierten Erfassung und Bewertung des Bodeninventars. Sie sind oft hinderlich, da sie die Einführung tauglicher Bodenschutzkonzepte unnötig verzögern.

Angesichts dieser praktischen Bedürfnisse gibt es genügend Sachverständige - private Ingenieur-Büros, geologische Dienste, Hochschulen - die mit der Ausfertigung solcher Planungskarten beauftragt werden können.

Besonders sinnvoll wären gemarkungsübergreifende Darstellungen nach einheitlichen oder wenigstens vergleichbaren Mustern. Dann könnten leichter Prioritäten gesetzt werden – z.B. in Ballungsräumen, wo meist kreis- bzw. gemarkungsübergreifend besonders hoher Druck auf die Böden herrscht.

Nachdem sich der Bodenschutz auf Planungsebene der Kommunen heute bereits konzeptionell etabliert hat, ist dies bei der Aufstellung bzw. bei der Fortschreibung der Regionalpläne erst angedacht. Hier besteht auf den übergeordneten Planungsebenen – z.B. den Regionen - noch deutlicher Aufholbedarf.

Die Methode der Bodenindikation aus dem BOKS eignet sich überall dort, wo die Bodenqualität in der Fläche hinreichend bekannt und dokumentiert ist. Dies ist der Fall, wenn Planungskarten entsprechender Inhalte in bedarfsorientiert einfacher Differenzierung und in planungstauglichen Maßstäben vorliegen.

Die Strategien beim Umgang mit Boden wurden im BOKS ohne konkreten Ortsbezug analysiert. Aus diesem Grund sind auch die zugehörigen Ergebnisse nicht ortspezifisch und das daraus resultierende Leitbild der nachhaltigen Bodenbewirtschaftung gilt überall. Dies trifft auch für die Einschätzung zu, dass Eingriffe in Böden kaum ausgeglichen werden können. Meist fehlt es hier wie dort an Bodenflächen, die im Zuge eines Ausgleichs erfolgreich, d.h. messbar, aufgewertet werden können.

Nach der Methode des BOKS können Qualitätsziele nach eigenen Vorstellungen und Bedürfnissen festgelegt werden. Auch für fremde Kommunen lassen sich analog der im BOKS vorgestellten Methode Bodenkontingente ermitteln, wobei die Möglichkeit, qualitative Bodenstandards ohne weitere Schutzgebiete sichern zu können, auch außerhalb Stuttgarts als vorteilhaft erachtet werden dürfte.

Die im BOKS beschriebenen Grundmuster und Wirkungszusammenhänge nachhaltiger Zeitziele sind zunächst ebenfalls allgemeingültig. Sie erhalten erst örtliche Züge, wenn kommunale Kenndaten in Beziehung gesetzt und ausgewertet werden.

Insofern liefert das Bodenschutzkonzept Stuttgart mehr als nur ortstypische Ergebnisse. Die hier entwickelten Methoden sind nachweislich geeignet, auch für auswärtige Bodenverhältnisse und Planungsanforderungen Ziele zu definieren, mit denen die lokalen Bodenvorräte geschützt werden können. Entscheidender Vorteil ist hierbei der generelle Verzicht auf formale Tabuflächen, der Handlungsspielräume schafft.

Mit den neuen Ansätzen des BOKS werden alle Kommunen in die Lage versetzt, eigene Bodenschutzkonzepte zu entwickeln. Die hier vorgestellten Ergebnisse und die **Einführung des BOKS durch den Stuttgarter Gemeinderat** sollen ein Beispiel sein, dass konzeptioneller Bodenschutz praktikabel ist und in die kommunale Bauleitplanung passt.

6.4 Entwicklungsperspektiven im BOKS

Zur besseren und rascheren Umsetzung der Aufträge aus dem Stuttgarter Gemeinderat wird die Planungskarte Bodenqualität derzeit EDV-technisch so aufbereitet, dass über eine Digitalisierung fraglicher Planungsflächen die zugehörigen Bodenindex-Punkte abgefragt werden können. Parallel dazu werden Alternativen zur digitalen Aktualisierung der Stuttgarter Versiegelungskarte geprüft.

Ungeachtet der obligatorischen Führung des Punktestands im Stuttgarter Bodenkontingent, der momentan die Auswirkungen der verbindlichen Bauleitplanung (= rechtskräftige Bebauungspläne) seit dem Stichtag 01.05.2006 kennzeichnet, wird derzeit über die Erfassung und Darstellung bislang noch nicht verbindlich gewordener Bauleitplanungen nachgedacht. Zur sachgerechten Abwägung bodenspezifischer Auswirkungen in Beschlüssen zu konkreten Planungen sollte nämlich bekannt sein, welche zusätzlichen Ansprüche weitere, noch im Verfahren befindliche und bislang noch nicht rechtskräftige Bebauungspläne an den Punktestand im Bodenkontingent erheben und welche darüber hinausgehenden Zugriffe aus den Absichten der übergeordneten Bauleitplanung (= dem Flächennutzungsplan) resultieren. Erst dann können die bodenspezifischen Konsequenzen aller Planungen – die der rechtskräftig erfolgten, aber auch die der schon eingeleiteten und die der in Aussicht stehenden – in ihrer Gesamtheit eingeschätzt und in ihrer bodenspezifischen Auswirkung richtig beurteilt werden.

7. Zusammenfassung

Das Bodenschutzkonzept Stuttgart hat seinen Ursprung im gleichnamigen Gemeinschaftsprojekt der Landeshauptstadt Stuttgart und des Umweltministeriums Baden-Württemberg. Leitgedanke war, den Boden und dessen Inanspruchnahme im Abwägungsprozess der Bauleitplanung kalkulierbar zu machen und ihm einen gleichrangigen Stellenwert wie Luft und Wasser zu verschaffen. Im Sinne einer **nachhaltigen Bewirtschaftung** soll der **Bodenverbrauch**

- **planbar,**
- **messbar und**
- **steuerbar**

werden.

Zunächst wird die **Planungskarte** vorgestellt, welche die flächige Verbreitung der Bodenqualität im Stadtgebiet aufzeigt. Sie ist Grundlage der **Bodenindikation**, bei welcher der aktuelle Qualitätszustand und/oder die Beanspruchung der Böden einer Planfläche über Indexpunkte objektiv gemessen wird. Dies erfolgt mittels des Bodenindexes – einem flächen- und nutzungsspezifischen Punktestand – der aus der Planfläche und den zugehörigen Bodenqualitätsstufen der Planungskarte bzw. deren Veränderungen ermittelt wird. Anhand von Differenzbetrachtungen lassen sich Wirkungsprognosen und Variantenvergleiche anstellen, wobei Bodenverbesserungen bzw. Bodenverluste durch positive oder negative Trendentwicklungen eindeutig identifizierbar sind.

Die Analyse möglicher **Strategien** zum Bodenschutz zeigt, dass Nachhaltigkeit nur dann erreicht werden kann, wenn die Bodenqualität auf möglichst hohem Niveau dauerhaft stabilisiert werden kann. Das bedeutet, dass der Neuverbrauch von Böden über kurz oder lang eingefroren und der Bedarf im Innenbereich gedeckt werden muss. Am zugehörigen **Leitbild** wird klar, dass gewisse Bodenverluste übergangsweise jedoch kaum zu vermeiden sind.

Es werden Methoden vorgestellt, wie der Boden durch die **Definition von Qualitätszielen** geschützt werden kann. Hierbei wird der angestrebte Qualitätszustand so beschrieben, dass klassische Schutzgebiete im Sinne von Tabuflächen entbehrlich sind. Gleichzeitig kann der Bodenverlust, der bis zum Erreichen nachhaltiger Zustände toleriert werden muss, als Summe von Bodenindexpunkten dargestellt werden. Dieses **Bodenkontingent** beschreibt den bewirtschaftbaren Bodenvorrat, der bis zum Erreichen dauerhafter Nachhaltigkeit Handlungsspielräume offen hält.

Ferner wird die Bedeutung **zeitlicher Zielvorgaben** erläutert. Sie bestimmen zum einen den Zeitpunkt, ab dem kein Neuverbrauch mehr stattfinden soll. Andererseits geben zeitabhängige Verbrauchsraten vor, wie lange das Bodenkontingent mindestens reichen muss. Die Verbrauchsraten eignen sich daher auch als Kenngrößen für das **Monitoring** und zur **Steuerung des Bodenverbrauchs**.

Abschließend wird geschildert, wie die Landeshauptstadt Stuttgart das BOKS in 2 Schritten durch **Gemeinderatsbeschlüsse** eingeführt hat. Damit ist das BOKS auf kommunaler Entscheidungsebene formal akzeptiert. Die Verwendung der Planungskarte und die Methode der Bodenindikation sind damit für künftige Verfahren zur Bauleitplanung verbindlich vorgeschrieben. Hinzu kommt das Monitoring und die Steuerung der Bodeninanspruchnahme auf Stuttgarter Gemarkung über ein Bodenkontingent, dessen Startwert am 01.05.2006 bei 1000 BX-Punkte lag.

Die hier geschilderten Zusammenhänge zum BOKS zeigen in Theorie und Praxis auf, wie örtliche Bodenschutzkonzepte entwickelt werden können. Ungeachtet unterschiedlicher Tests und Analysen an Stuttgarter Beispielen gilt: Die methodischen **Ansätze des BOKS sind grundsätzlich übertragbar**. Damit bietet das BOKS pragmatische Lösungen an, die nach lokalspezifischen Randbedingungen bzw. nach eigenen Vorstellungen modifiziert und umgesetzt werden können.

8. Literatur

AMT FÜR UMWELTSCHUTZ STUTTGART(2004): Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS) – Abschlussbericht. – 77 S.; Stuttgart. (unveröffentlicht)

BALDAUF, GERD (2003): Innenentwicklung PUR planen und realisieren. – Studie im Auftrag des Wirtschaftsministeriums und des Ministeriums für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg, Kurzfassung, 18 S.; Stuttgart.

BUNDESREGIERUNG (2004): Gesetz zur Anpassung des Baugesetzbuchs an EU-Richtlinien (Europarechtsanpassungsgesetz Bau – EAG Bau). – Bundesgesetzblatt Jg. 2004 Teil I, Nr. **31**, 1359-1381; Bonn.

FRENZ, WALTER (2000): Bundes-Bodenschutzgesetz (BBodSchG) – Kommentar, 791 S.; München.

HIPP, L.; RECH, B. & G. TURIAN (2000): Das Bundes-Bodenschutzgesetz mit Bodenschutz- und Altlastenverordnung – ein Leitfaden, 428 S.; München.

HOLLAND, KARIN (1995): Die Böden Stuttgarts, Erläuterungen zur Bodenkarte – Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz: Heft **3** / 1995, 240 S., 3 Karten; Stuttgart.

HOLLAND, KARIN (1996): Stadtböden im Keuperland am Beispiel Stuttgarts – Hohenheimer Bodenkundliche Hefte, Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Heft **39**: 228 S.; Stuttgart.

KÜBLER, ARMIN (2001): Nachhaltiger Bodenschutz in Stuttgart: Analyse, Bewertung und Entwicklung eines kommunalen Bodenschutzkonzepts – Diplomarbeit am Institut für Geographie, 121. S.; Stuttgart.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2003a): Kommunales Flächenmanagement – Arbeitshilfe, Bodenschutz **8**: 32 S.; Karlsruhe.

LANDESANSTALT FÜR UMWELTSCHUTZ BADEN-WÜRTTEMBERG (2003b): Kommunales Flächenmanagement – Strategie und Umsetzung, Bodenschutz **13**: 104 S.; Karlsruhe.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART (1989): Bodenversiegelung in Stuttgart. – Beiträge zur Stadtentwicklung, Bd. **27**: 76 S.; Stuttgart.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART (2000a): Zukunftskonzept zur Lokalen Agenda 21: Flächenmanagement Stuttgart. Broschüre, 23 S.; Stuttgart.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART (2000b): Stuttgarter Biotopatlas – Methodik, Beispiele und Anwendung. – Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz, Heft **2** / 2000: 72 S.; Stuttgart.

LANDESHAUPTSTADT STUTTGART (2003): Nachhaltiges Bauflächenmanagement Stuttgart (NBS). – Schlussbericht Kurzfassung in Beiträge zur Stadtentwicklung **34**: 15 S.; Stuttgart.

LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (1991): Gesetz zum Schutz des Bodens (Bodenschutzgesetz-BodSchG) – GBl. Baden-Württemberg vom 19. Juli 1991, Nr. **16**: 434 – 440; Stuttgart.

LANDESREGIERUNG BADEN-WÜRTTEMBERG (2004): Gesetz zur Ausführung des Bundes-Bodenschutzgesetzes (Landes-Bodenschutz- und Altlastengesetz – LBodSchAG). – GBl. Baden-Württemberg vom 28. Dezember 2004, Nr. **17**: 908 – 913; Stuttgart.

LAZAR, S. (2005): Bodenzustandsbericht Baar. – Landesanstalt für Umweltschutz; Reihe Bodenschutz, Band 19: 195 S., 30 Abb., 21 Tab.; Karlsruhe.

MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERKEHR & WIRTSCHAFTSMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG & INSTITUT FÜR STÄDTEBAU UND LANDESPLANUNG (2003): Innenentwicklung vor Außenentwicklung, Strategien, Konzepte, Instrumente – Dokumentation des Fachkongresses im Mai 2003 in Karlsruhe, 144 S.; Stuttgart.

NACHBARSCHAFTSVERBAND STUTTGART (1992): Klimaatlas: Klimauntersuchung für den Nachbarschaftsverband Stuttgart und angrenzende Teile der Region Stuttgart. Ordner mit losen Faltkarten; Stuttgart.

TRISCHLER UND PARTNER GMBH (1996): Kennzeichnung von Bodenverunreinigungen im Flächennutzungsplan 2005 der Landeshauptstadt Stuttgart. - Gutachten im Auftrag des Amts für Umweltschutz der Stadt Stuttgart, 39 S., Anlagen in Ordner; Stuttgart.

UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG (1995): Bewertung von Böden nach ihrer Leistungsfähigkeit – Leitfaden für die Planung und Gestattungsverfahren.- Umweltministerium Baden-Württemberg, Luft, Boden, Abfall, Heft **31**: 34 S.; Stuttgart.

WALZ, R. & KÜPFER, C. (2004): Handelbare Flächenausweisungskontingente zur Begrenzung des Flächenverbrauchs - Ansätze für Baden-Württemberg.- Vorträge zum BWPLUS-Statusseminar; im Druck.

9. Glossar

Ausgleich
Maßnahmen, die zum Ausgleich oder zur Kompensation eines Eingriffs in ein Schutzgut dienen (vgl. z.B. im Naturschutzrecht § 19 Abs. 2 BNatSchG in Verbindung mit §§ 10, 11 NatSchG BW). Im Zusammenhang mit Boden handelt es sich meist um eine qualitative Aufwertung (z.B. Wiederherstellung oder Verbesserung von natürlichen Bodenfunktionen).

Boden
Obere Schicht der Erdkruste, soweit sie Träger von Bodenfunktionen ist, einschließlich der flüssigen Bestandteile (Bodenlösung) und gasförmigen Bestandteile (Bodenluft), ohne Grundwasser und Gewässerbetten (§ 2 Abs. 1 BBodSchG).

Bodenatlas
Sammlung thematischer Karten und Erläuterungen, die das Fachwissen zum Thema Boden dokumentiert.

Bodenfunktionen
Eigenschaften gem. § 2 Abs. 2 BBodSchG, die der Boden erfüllt.

Bodengewinn
Herstellung funktionstauglicher Böden. Idealziel, das mangels effektiver Möglichkeiten wenig kalkulatorisches Gewicht und damit kaum ernsthafte strategische Bedeutung besitzt. Da Boden im Grundsatz nicht vermehrbar ist, handelt es sich in der Praxis oft um die Rückführung von Böden in den Naturkreislauf, dem sie zuvor durch menschliche Einwirkungen entzogen waren (z.B. Versiegelung, extreme Kontamination). Meist nur kleinräumig und unter hohem technischen und finanziellen Aufwand umsetzbar.

Bodeninanspruchnahme
Nutzungsbedingter Zugriff auf Böden, durch die es zu Minderungen oder gar zum Verlust von natürlichen Bodenfunktionen und/oder der Archivfunktion kommt.

Bodenindex = BX
Messwert (dimensionslos), welcher den „Bodenvorrat" eines Gebietes in Form eines flächespezifischen Punktestands (BX-Punkte) kennzeichnet. Er wird durch die Multiplikation von Quantität (= Fläche) und Qualität (Güte = Funktionserfüllung ➔ Bodenqualitätsstufe) berechnet und nimmt je nach Bodenverlusten oder –gewinnen ab bzw. zu.

Bodenindikation
Methode, mit welcher der „Bodenvorrat" eindeutig gemessen und dargestellt werden kann. Mit ihr lassen sich Veränderungen von Böden objektiv registrieren bzw. vorhersagen. Sie dient in der Planung als wichtige Entscheidungshilfe (z.B. im Zusammenhang mit Wirkungsprognosen, der Darstellung von Trendentwicklungen, Variantenvergleichen, Eingriffs-/Ausgleichsbilanzen, Erfolgskontrollen).

Bodenindikator
Instrument, mit dem qualitative und/oder quantitative Veränderungen des Bodens gemessen und dargestellt werden können.

Bodenkontingent
Bewirtschaftbarer Punktestand (ausgedrückt in BX-Punkten), der proportional zu künftigen Bodeninanspruchnahmen abnimmt. Er beschreibt für ein bestimmtes Gebiet die Minderung des dortigen „Bodenvorrats", die bis zum Erreichen nachhaltiger Bodennutzung toleriert wird.

Bodenqualität
Zu Planungszwecken kann die Bodenqualität vereinfacht als aggregierte Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion, von der die Funktionsminderungen durch menschliche Einflüsse (z.B. Altlasten, Versiegelung) abgezogen sind, definiert werden.

Bodenqualitätsstufe
Wert in der Planungskarte [1/ha], der die örtliche Bodenqualität kennzeichnet.

Bodenressource
Vorrat an funktionstauglichen Böden, die am Naturkreislauf teilnehmen.

Bodenschutzkonzept
Strategische Planung, mit der die Böden in Quantität und Qualität geschützt werden sollen. Sie setzt hierzu qualitative Prioritäten und strebt einen Rückgang des Bodenverbrauchs an. Gleichzeitig werden zielführende Lösungsansätze (Methoden) aufgezeigt, mit denen die Maßnahmen umgesetzt werden sollen.

Bodenverbrauch
Durch menschliche Aktivitäten verursachte Bodenverluste (z.B. durch Bodeninanspruchnahme, Verdichtung, Schadstoffeinträge).

Bodenverlust
Qualitative Einbuße beim Schutzgut „Boden". Reicht von Beeinträchtigungen einzelner Bodenfunktionen bis hin zum totalen Funktionsverlust (z.B. Versiegelung). Dabei kann auch Boden im materiellen Sinn (= mineralische Substanz) verloren gehen (z.B. durch

Aushub, Erosion).

Bodenversiegelung
Technische Maßnahmen, welche verhindern, dass der Boden am Naturkreislauf teilnimmt. Zur klassischen Bodenversiegelung zählt die Überbauung. Vielerorts (z.B. im Bereich bindiger Böden) haben aber auch flächige Verdichtungen (z.B. geotechnische Maßnahmen zur Baugrundstabilisierung) ähnliche bzw. noch zusätzliche negative Auswirkungen. Bodenversiegelungen, speziell flächige Verdichtungen, können oft nicht oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand beseitigt werden.

Bodenvorrat
s. Bodenressource.

Eingriff (in den Boden)
Maßnahme, die auf den Boden einwirkt und dort zu Beeinträchtigungen der Bodenfunktionen führt. Sofern erhebliche Beeinträchtigungen der Leistungs- und Funktionsfähigkeit vorliegen, kann naturschutzrechtlich eine Pflicht zum Ausgleich bestehen (§ 11 Abs. 3 NatSchG BW).

Flächeninanspruchnahme
Umwandlung von Freiflächen (= unbebauter Fläche mit naturnahen Böden) in Siedlungs- und Verkehrsflächen.

Flächenverbrauch
Vielfach ein Synonym für „Bodenverbrauch". Nutzungsänderung, bei der die Fläche in Wirklichkeit erhalten bleibt. Tatsächlich treten dabei aber Beeinträchtigungen einzelner Bodenfunktionen bis hin zum totalen Funktionsverlust auf.

Nachhaltigkeit
Prinzip der Bewirtschaftung, wonach nur so viel an Ressourcen verbraucht werden dürfen wie neu entstehen. Hiervon abgeleitet wurde der Begriff der nachhaltigen Entwicklung, die sozial- und umweltverträgliche Konsummuster voraussetzt. Ziel ist, dass die Befriedigung der Bedürfnisse der heutigen Generation nicht die Chancen künftiger Generationen beeinträchtigt. Da der Boden zu den nicht vermehrbaren Ressourcen zählt, setzt Nachhaltigkeit ein verändertes Planungsverhalten voraus, bei welchen qualitative Bodenverluste minimiert und die Inanspruchnahme naturnaher Böden kontinuierlich zurückgefahren wird. Infolge der kaum nennenswerten Neubildung ist ein stabiler Zustand auf möglichst hohem Niveau in Quantität und Qualität wesentliche Voraussetzung für Nachhaltigkeit.

Qualitätsstufe = QS
s. Bodenqualitätsstufe

Qualitätsziel
Qualitatives Niveau, auf dem der Bodenvorrat gesichert werden soll.

- konkretes Qualitätsziel
Definition schützenswerter Böden (z.B. über die Bodenqualitätsstufe). Sofern sich die Planung allein an dieser Vorgabe orientieren soll, müssen die Flächen schutzwürdiger Böden von Inanspruchnahmen grundsätzlich ausgenommen werden. Die Art der Zieldefinition besitzt einen sehr direkten Boden- bzw. Flächenbezug. Sie hat beinahe Schutzgebietscharakter, weil an der Planungskarte abgelesen werden kann, wo schutzwürdige Böden verbreitet sind und wo nicht.

- abstraktes Qualitätsziel
Definition des Qualitätszustands über ein „Boden kontingent" an Bodenindexpunkten. Es kenn zeichnet den Teil des örtlichen Bodenvorrats, des sen Verbrauch bis zum Stillstand der Bodeninan spruchnahme in Kauf genommen werden muss. Das Bodenkontingent nimmt proportional zu künftigen Bodenverlusten schrittweise ab. Es kann flächenunabhängig bewirtschaftet werden, wodurch die Planung zunächst mit keinen Schutz- bzw. Tabuflächen konfrontiert wird. Sofern unver meidlicher Bodenverbrauch nicht auf geringerwer tigen Böden gelenkt werden kann, wird das Bodenkontingent bei der Inanspruchnahme höherwertiger Böden dementsprechend schneller aufgezehrt. Ist das Bodenkontingent erschöpft, zählt weiterer Verbrauch als massiver Abbau der Bodenressource.

Schonung des Bodens
Stabile Bodenverhältnisse, die eintreten, sobald keine Böden mehr neu in Anspruch genommen werden. Ab diesem Moment sind die Bodenvorräte in Quantität und Qualität auf zugehörigem Niveau gesichert. Diese Stabilität ist ein Ziel nachhaltiger Strategien zum Bodenschutz.

Versiegelung
s. Bodenversiegelung

Wirkungsprognose
Simulation von Eingriffen in den Boden. Bei Bodeninanspruchnahmen liefert z.B. der Strukturtyp der Neu- oder Folgenutzung Hinweise zum künftigen Versiegelungsgrad. Dieser beeinflusst die örtliche Bodenqualität, wodurch sich auch der Bodenindex ändert. Durch den Vergleich der Bodenindizes im heutigen und künftigen Nutzungszustand können die Auswirkungen auf den Boden prognostiziert werden.

10. Anlagen

Anlage 1: Projektgruppe

Das Projekt wurde von folgenden Personen bearbeitet:

Hr. Prof. Dr. Gerd Wolff (Leitung)	Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
Hr. Ralf Crocoll	(ehem.) ARCADIS Consult GmbH
Hr. Dr. Karl Noé	ARCADIS Consult GmbH
Hr. Dr. Armin Kübler	(ehem.) Universität Stuttgart, Institut für Geographie
Hr. Heiko Schwenk	Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz
Hr. Robert Schulze Dieckhoff	Landeshauptstadt Stuttgart, Stadtplanungsamt

Die Ergebnisse im BOKS kamen hauptsächlich durch das interdisziplinäre Zusammenwirken dieser Projektgruppe zu Stande.

Anlage 2: Projektbeirat

Im projektbegleitenden Beirat waren folgende Institutionen und Personen vertreten:

Hr. Stefan Gloger	Ministerium für Umwelt und Verkehr
Hr. Wolfgang Hennegriff	Ministerium für Umwelt und Verkehr
Hr. Ernst Schmid	Landesanstalt für Umweltschutz
Hr. Manfred Lehle	Landesanstalt für Umweltschutz
Hr. Prof. Dr. Wolf-Dieter Blümel	Universität Stuttgart (zeitweise)
Hr. Dr. Joachim Eberle	Universität Stuttgart
Hr. Prof. Dr. Karl. Stahr	Universität Hohenheim (zeitweise)
Fr. Dr. D. Stasch	Universität Hohenheim (zeitweise)
Hr. Joachim v. Zimmermann	Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz

Konstruktive Hinweise und Anregungen aus dem Beirat hatten maßgeblichen Einfluss auf die Projektergebnisse. Insofern sei hier allen gedankt, die sich für das Zustandekommen dieses Projektes engagiert und/oder beratend mitgewirkt haben.

Besonders hilfreich war, dass die Entwicklungsarbeiten zum BOKS mit einem Kostenanteil von 50% vom damaligen Ministerium für Umwelt und Verkehr – dem heutigen Umweltministerium – gefördert wurden. Hierfür gebührt ein besonderer Dank. Dieser gilt auch dem Stuttgarter Gemeinderat, der die Mittel zur Finanzierung der übrigen 50%-Anteile bewilligte.

BODENSCHUTZKONZEPT STUTTGART

BOKS

Stuttgarter Bodenatlas

WIE?

WAS?

Bodenqualität
- 0 (fehlend)
- 1 (sehr gering)
- 2 (gering)
- 3 (mittel)
- 4 (hoch)
- 5 (sehr hoch)

Überlagerung und Verschneidung mittels GIS

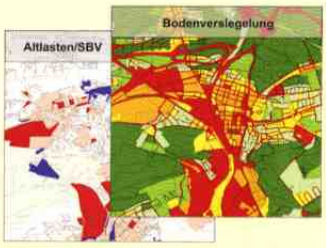
mit

Planungskarte Bodenqualität

(im Original 1 : 20 000)

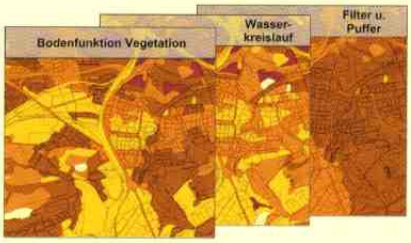
Planungskarte Bodenqualität

Berücksichtigung von Archivfunktion, Altlasten und Versiegelung



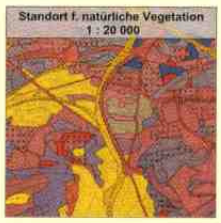
Ermittlung der aktuellen (tatsächlichen) Bodenqualität

Bewertung und Aggregierung der Bodenfunktionen



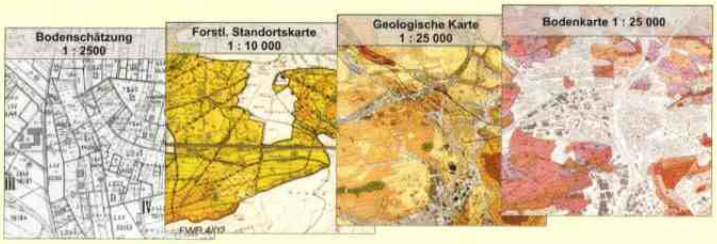
Ermittlung des Potenzials der natürlichen Bodenfunktionen

Stadtbodenkartierung



Erfassung des Boden- und Funktionsinventars

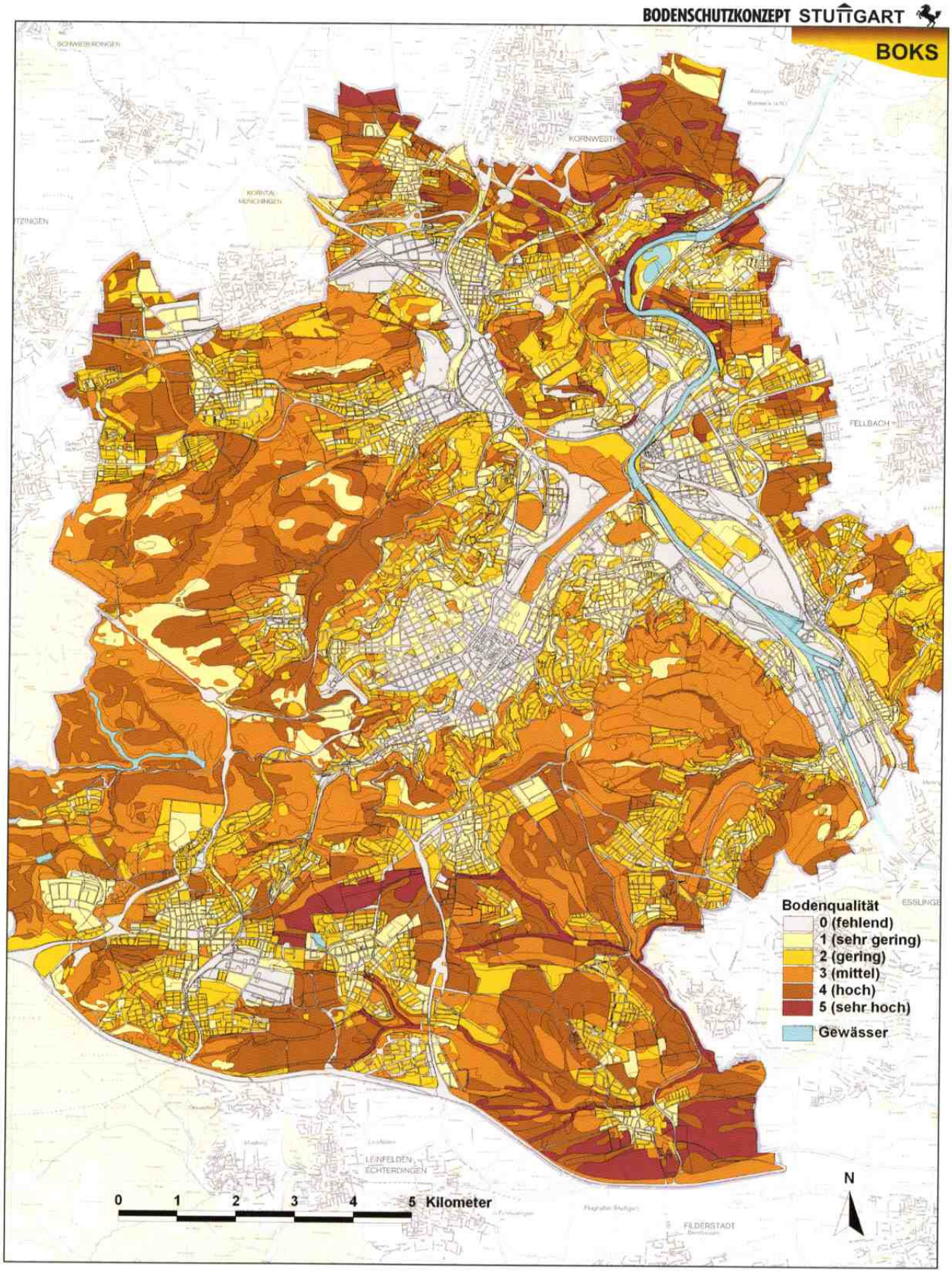
Auswertung vorhandener Unterlagen

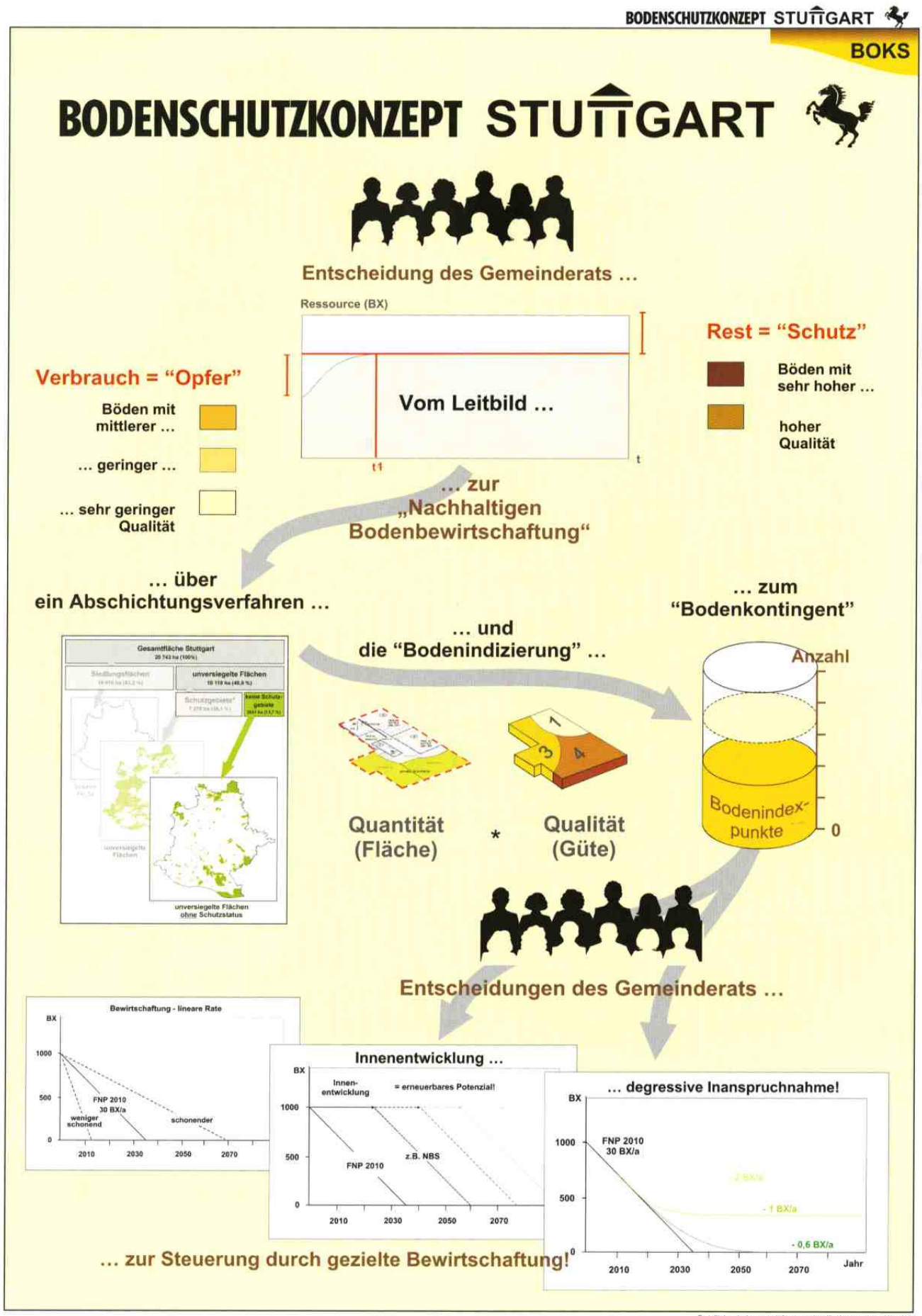


Sammlung von Bodeninformationen

Erstellt: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, März 2006

Anlage 4: Planungskarte Bodenqualität




BODENSCHUTZKONZEPT STUTTGART
BOKS
BODENSCHUTZKONZEPT STUTTGART
Entscheidung des Gemeinderats ...
Ressource (BX)
Vom Leitbild ...
t1
t
Verbrauch = "Opfer"
Böden mit mittlerer ...
... geringer ...
... sehr geringer Qualität
Rest = "Schutz"
Böden mit sehr hoher ...
hoher Qualität
... zur „Nachhaltigen Bodenbewirtschaftung"
... über ein Abschichtungsverfahren ...
... und die "Bodenindizierung" ...
... zum "Bodenkontingent"
Gesamtfläche Stuttgart
unversiegelte Flächen
unversiegelte Flächen ohne Schutzstatus
Anzahl
Bodenindex-punkte
0
Quantität (Fläche)
*
Qualität (Güte)
Entscheidungen des Gemeinderats ...
Bewirtschaftung - lineare Rate
BX
1000
500
0
FNP 2010
30 BX/a
weniger schonend
schonender
2010
2030
2050
2070
Innenentwicklung ...
Innen-entwicklung
= erneuerbares Potenzial!
FNP 2010
z.B. NBS
... degressive Inanspruchnahme!
FNP 2010
30 BX/a
- 1 BX/a
- 0,6 BX/a
Jahr
... zur Steuerung durch gezielte Bewirtschaftung!
Erstellt: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, März 2006

In der Schriftenreihe des Amtes für Umweltschutz sind bisher erschienen:

Jahresbericht 1992, Chemisches Institut	(Heft 1/1993) - vergriffen -
Energiesparendes Bauen	(Heft 2/1993)
Stadtklimatologische Stadtrundfahrt in Stuttgart	(Heft 3/1993)
Luftschadstoffbelastung an ausgewählten Straßen in Stuttgart	(Heft 4/1993)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1992	(Heft 5/1993) - vergriffen -
Jahresbericht 1993, Chemisches Institut	(Heft 1/1994)
Das Mineral- und Heilwasser von Stuttgart	(Heft 2/1994) - vergriffen -
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1993	(Heft 3/1994)
Unser Beitrag zur V. Internationalen Gartenbaustellung IGA '93 in Stuttgart	(Heft 4/1994)
Jahresbericht 1994, Chemisches Institut	(Heft 1/1995)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1994	(Heft 2/1995)
Die Böden Stuttgarts - Erläuterung zur Bodenkarte	(Heft 3/1995)
Energiekonzept Viesenhäuser Hof	(Heft 4/1995)
Der Steinkrebs im Elsenbach	(Heft 5/1995)
Jahresbericht 1995, Chemisches Institut	(Heft 1/1996)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1995	(Heft 2/1996)
Altlastenverdachtsflächen in Stuttgart	(Heft 3/1996) - vergriffen -
Altlastenverdachtsflächen in Stuttgart - Kurzfassung -	(Heft 3/1996) - vergriffen -
Stuttgarter Biotopatlas - Methodik, Beispiele und Anwendung	(Heft 4/1996) - vergriffen -
Jahresbericht 1996, Chemisches Institut	(Heft 1/1997)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1996	(Heft 2/1997)
Klimaschutzkonzept Stuttgart (KLIKS)	(Heft 3/1997)
Das Stuttgarter Mineralwasser - Herkunft und Genese	(Heft 1/1998) - vergriffen -
Jahresbericht 1997, Chemisches Institut	(Heft 2/1998)
Schallimmissionsplan Stuttgart - Vaihingen	(Heft 3/1998)
Stuttgarter Flusskrebse - vereinfachter Nachdruck -	(Heft 4/1998)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1997	(Heft 5/1998)
Verkehrslärmkartierung Stuttgart 1998	(Heft 6/1998)
Sprengbomben und andere Kampfmittelaltlasten 1945 - 1998	(Heft 7/1998)
Pflege- und Entwicklungsplan Vördere	(Heft 8/1998)
Kalibrierung regionaler Grundwasserströmungsmodelle	(Heft 1/1999)
Jahresbericht 1998, Chemisches Institut	(Heft 2/1999)
Lärmminderungsplan Stuttgart-Vaihingen, Runder Tisch	(Heft 3/1999)
Altlastenerkundung Neckartalaue, Abschlussbericht	(Heft 4/1999)
Die Wildbienen Stuttgarts	(Heft 5/1999)

Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1998	(Heft 6/1999) - vergriffen -
Pilotprojekt Lärmminderungsplan Stuttgart-Vaihingen	(Heft 1/2000) - vergriffen -
Stuttgarter Biotopatlas - Methodik, Beispiele und Anwendung - überarbeitete Neuauflage -	(Heft 2/2000) - vergriffen -
Kombinierte Markierungsversuche im Mineralwasseraquifer Oberer Muschelkalk, Stadtgebiet Stuttgart	(Heft 1/2001)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 1999/2000	(Heft 2/2001)
ISAS - Informationssystem Altlasten Stuttgart	(Heft 3/2001)
Die Amphibien und Reptilien in Stuttgart	(Heft 1/2002)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2001	(Heft 2/2002)
Das Grundwasser in Stuttgart	(Heft 1/2003) - vergriffen -
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2002	(Heft 2/2003)
Lärmminderungsplan Stuttgart-Zuffenhausen	(Heft 1/2004)
Gewässerbericht 2003	(Heft 2/2004)
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2003	(Heft 3/2004)
Technischer Heilquellenschutz in Stuttgart	(Heft 4/2004)
Nutzung der Geothermie in Stuttgart	(Heft 1/2005) - vergriffen -
Energiebericht, Fortschreibung für das Jahr 2004	(Heft 2/2005)
Die Heuschrecken Stuttgarts Verbreitung, Gefährdung und Schutz	(Heft 3/2005)
Biotopverbundplanung in Stuttgart Ziele, Vorgehen und Umsetzung	(Heft 1/2006)
Energiebericht - Fortschreibung für das Jahr 2005	(Heft 2/2006)
Hydrogeologie des Stuttgarter Mineralwassersystems	(Heft 3/2006)
Bodenschutzkonzept Stuttgart (BOKS)	(Heft 4/2006)

Die Ausgaben der Schriftenreihe erscheinen in begrenzter Auflage. Sie sind gegen eine Schutzgebühr, zuzüglich 3,00 € für den Postversand erhältlich bei: Landeshauptstadt Stuttgart, Amt für Umweltschutz, Gaisburgstraße 4, 70182 Stuttgart.