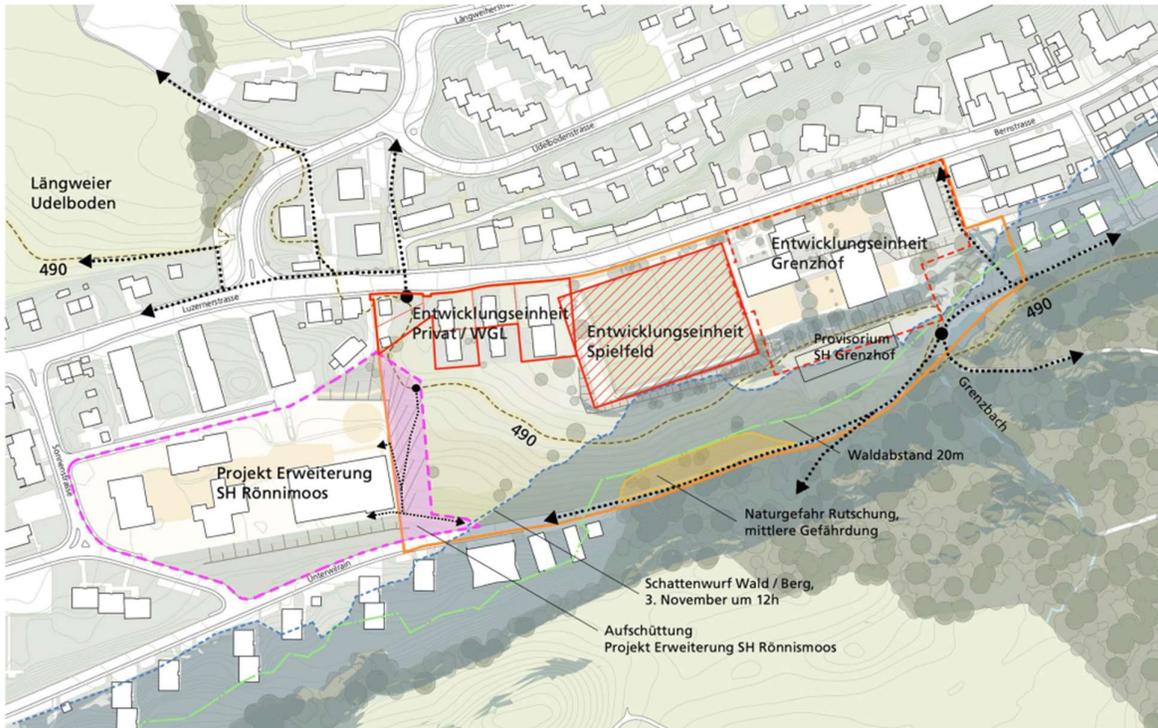


Zusammenführung der Bau- und Zonenordnungen von Littau und Luzern

# Erläuterungsbericht Grenzhof

Beilage B+A



# 1 Ausgangslage

Gemäss Raumentwicklungskonzept 2018 (REK) stellt das Grenzhof ein Fokusgebiet dar. Es soll eine qualitätsvolle Bebauung ermöglicht werden und gleichzeitig vorhandene Freiraumqualitäten erhalten bleiben. Hierzu soll das Gebiet zumindest teilweise einer Wohnnutzung zugeführt werden, wofür die planungsrechtlichen Grundlagen geschaffen werden müssen. Die Flächen zum Wohnen sollen mittelfristig gemäss B+A 21/2019: «Städtische Wohnraumpolitik III. 1. Controllingbericht» an eine oder mehrere gemeinnützige Wohnbauträgerschaften im Baurecht abgegeben werden.

## 1.1 Perimeter

Die Gebietsentwicklung Grenzhof umfasst die Parzellen 830, 832, 862, 874, 877 und 878 (alle im städtischen Eigentum) sowie die Parzellen 601, 636, 871, 872, 873 und 876 (alle in privatem Eigentum). In Abbildung 1 ist der Perimeter dargestellt.



Abbildung 1: Perimeter BZO-Anpassung (rot hinterlegt) Grenzhof

## 1.2 Rechtskräftige Zonenbestimmungen

Das Gebiet befindet sich gemäss derzeit rechtskräftiger BZO im westlichen Bereich in der viergeschossigen Wohnzone mit AZ 0.7 und Gestaltungsplanpflicht auf dem städtischen Grundstück sowie im östlichen Teil in der Zone für öffentliche Zwecke mit Zweckbestimmung «Schul-, Sport- und Freizeitanlagen» (siehe Abbildung 2).

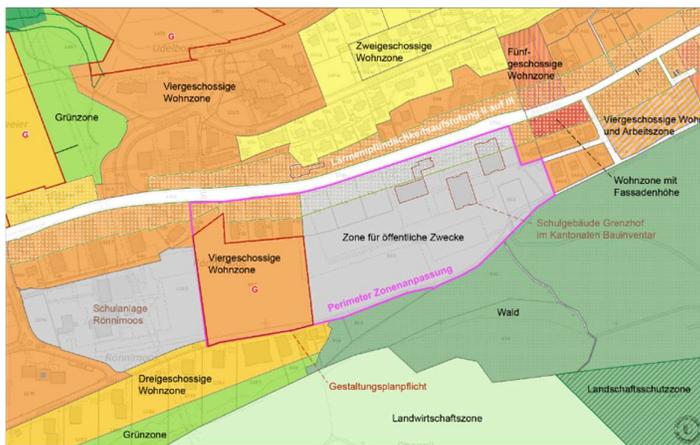


Abbildung 2: Geltende Zonierung gemäss rechtskräftiger BZO im Gebiet Grenzhof

### 1.3 Schulhaus Grenzhof

Das Schulhaus Grenzhof ist im kantonalen Bauinventar als «schützenswert» eingetragen, weshalb nachfolgend detailliert darauf eingegangen wird.

Die Schulhaus Grenzhof wurde von den Architekten Hans U. Gübelin und Friedrich E. Hodel in Skelettbauweise erbaut und im September 1967 eingeweiht. Es handelt sich um eine mehrteilige Anlage mit vier Gebäuden: zwei gleichartige Unterrichtstrakte (Pavillon 1 und 2), eine Turnhalle (3) mit angegliedertem Singsaal und ein daran angebautes Kindergarten- und Kinderhortgebäude (4) (siehe Abbildung 3).

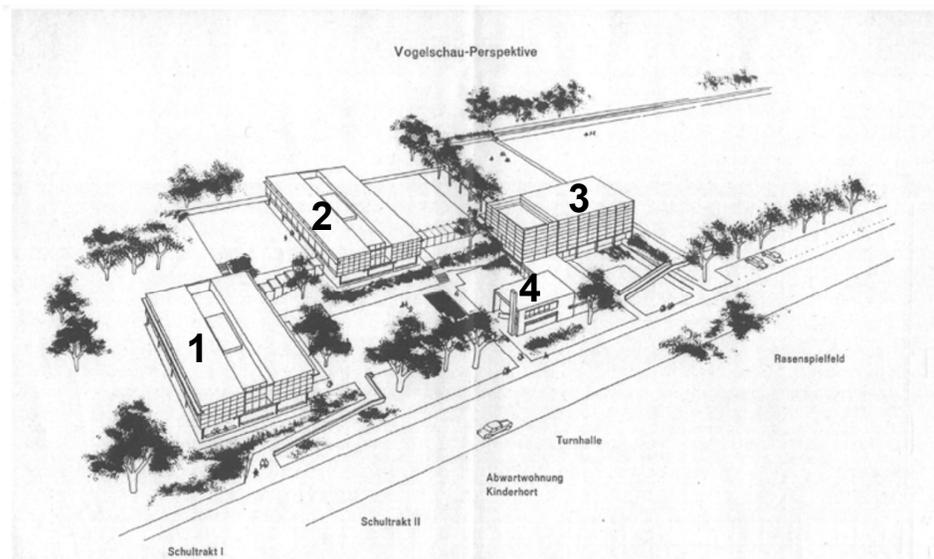


Abbildung 3: Perspektivische Ansicht der Bestandsbauten der ehemaligen Schulanlage Grenzhof

Betreffend die Nutzung der Schulanlage Grenzhof ergaben sich in den letzten Jahren grössere Veränderungen. Bereits im B+A 10/2015 vom 22. April 2015: «Schulraumentwicklung im Stadtgebiet Littau/Reussbühl» wurde dargelegt, dass es aufgrund der nahegelegenen Standorte der beiden Schulanlagen Grenzhof und Rönrimoos betriebliche Vorteile geben würde, wenn beide Schulanlagen zusammengelegt würden. Diese Zusammenlegung durch eine Vergrösserung der bestehenden Schulanlage Rönrimoos – verbunden mit einer Aufgabe des Schulstandorts Grenzhof – wurde schliesslich mit B+A 25/2017 vom 30. August 2017: «Ergänzungsneubau Schulhaus Rönrimoos, Neubau Dreifachturnhalle und Verlegung Rasenspielfeld, Wettbewerbs- und Projektierungskredit» vom Grosse Stadtrat ohne Gegenstimmen zugestimmt. Damit wurde klar, dass auf dem Grenzhofareal auch langfristig keine Schulnutzung mehr vorgesehen ist. Es bestehen erhebliche Vorteile durch die Konzentration der Schulnutzung auf dem Rönrimoos-Areal. Ebenso ist bei der Schulanlage Rönrimoos durch die Möglichkeit zur Aufstockung auch bereits eine Reserve vorhanden, sollte die Nachfrage nach Schulraum stärker zunehmen als aktuell angenommen.

Parallel dazu ist seit 2015 durch Messungen bekannt, dass die Schulanlage Grenzhof naphthalinbelastet ist. Bei Nachmessungen wurden wiederholt erhöhte Werte des Schadstoffes Naphthalin und anderer Teerölinhaltstoffe festgestellt. Der Stadtrat entschied in der Folge, die Pavillons 1 und 2 für den weiteren Betrieb zu schliessen und die Schülerinnen und Schüler stattdessen in einem eigens dafür errichteten Schulhausprovisorium in unmittelbarer Nachbarschaft unterzubringen. Dies bis die Erweiterung der Schulanlage Rönrimoos fertiggestellt ist und die Schülerinnen und Schüler des ehemaligen Grenzhofschulhauses somit dort unterrichtet werden können.

Zur Naphthalinbelastung der Bauten kommt hinzu, dass sich die Schulanlage Grenzhof allgemein in einem schlechten baulichen Zustand befindet. Die Gebäude leiden unter Feuchtigkeit, die haustechnischen

Installationen und die Energieversorgung sind sanierungsbedürftig, die Erschliessungen sind nicht hindernisfrei und die Gebäude entsprechen nicht mehr den heutigen Standards punkto Erdbebensicherheit.

Das Bildungs- und Kulturdepartement des Kantons Luzern hat 2020 entschieden, dass die Schulanlage Grenzhof nicht unter Denkmalschutz gestellt wird. Es hat damit die Beschwerde der Stadt Luzern gegen die Unterschutzstellung gutgeheissen. Die von der Stadt geltend gemachten öffentlichen Interessen für eine Neuentwicklung (Verhinderung hoher Kosten und Unsicherheiten bei der Schadstoffsanierung, Zusammenführen der Schulen auf dem Areal Rönimoos, Förderung des gemeinnützigen Wohnungsbaus) wurden höher gewichtet als das öffentliche Interesse am Erhalt der Schulanlage als Baudenkmal. Gemäss diesem Urteil darf die Schulanlage zurückgebaut werden.

Zu dieser Thematik finden sich in der Beilage:

- Entscheid Bildungs- und Kulturdepartement des Kantons Luzern vom 8. Juni 2020 zu der Verwaltungsbeschwerde vom 10. September 2018 gegen den Entscheid der Dienststelle Hochschulbildung und Kultur vom 8. August 2018 betreffend Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof (R-2018-651).
- 1., 2., 3., 4., 5., 6. und 7. Untersuchungsbericht der BUC Bau- und Umweltchemie AG zur Schadstoffbelastung der Schulanlage Grenzhof 2015-2019.

## 2 Städtebauliche Entwicklungsstudie

In einer städtebaulichen Entwicklungsstudie (2021/2022) wurden die geeignete Nutzungsanordnung sowie die städtebaulich verträgliche Dichte ausgelotet.

### 2.1 Bestvariante

Im Rahmen der städtebaulichen Entwicklungsstudie wurde ein Variantenstudium durchgeführt, welches sich auf städtebauliche Analysen sowie auf die Ergebnisse eines im Herbst 2021 durchgeführten öffentlichen Mitwirkungsverfahrens abstützt. Die städtebauliche Entwicklungsstudie wurde im April, August, Dezember 2021 und im März 2022 der Stadtbaukommission vorgestellt. Unter Berücksichtigung aller Erkenntnisse aus dem Entwurfsverfahren wurde eine Bestvariante mit einer Nutzungs- und Bebauungsstruktur entwickelt, die in die folgenden, übergeordneten Abschnitte unterteilt werden kann:

- Eine eher dichte Wohnbebauung im westlichen Teil des Gebiets, welche differenziert mit der teilweisen Hangsituation umgeht und sich von der Luzernerstrasse bis zum Unterwilrain erstreckt. Die SBK hat sich in der letzten Sitzung vom März 2022 für eine Geschossfläche von insgesamt 19'000m<sup>2</sup> ausgesprochen.
- Eine mischgenutzte und mehrheitlich auf die Fussabdrücke der derzeit bestehenden Bauten beschränkten Gewerbe-, Quartiers- und Wohnbebauung im Bereich der ehemaligen Schulanlage Grenzhof, welche es ermöglicht, dass die bestehenden Freiräume und der Baumbestand rund um die Bauten weitgehend erhalten werden.
- Ein grosszügiger Freiraum am Hang Richtung Wald und ein mit einer darunterliegenden Tiefgarage kombinierter Fussballplatz, welche die knappe Freiraumversorgung in der Umgebung verbessern sollen. Der Freiraum schafft in einem topographisch anspruchsvollen und gleichzeitig ökologisch wichtigen Gebiet ein Bindeglied zwischen dem Gütschwald und den neuen Bebauungsstrukturen und schliesst auch den bestehenden und zu sanierenden «Chrampfen-Spielplatz» am östlichen Ende des Perimeters mit ein. Er soll den künftigen Bewohnenden wie auch der bestehenden Quartiersbevölkerung als öffentliche Naherholungsfläche dienen und gleichzeitig die Biodiversität fördern. Das bereits heute bestehende Fussballfeld (Echtrasen), welches von einem lokalen Verein wie auch von Schülerinnen und Schülern der angrenzenden Schulen rege genutzt wird, wird aufgrund der zu knappen Kapazität in ein Kunstrasenfeld umgewandelt und im Zuge dessen mit einer darunterliegenden Tiefgarage für die zusätzlich geplanten Nutzungen kombiniert.

Als wichtige Erschliessungsmassnahme des Entwicklungsgebiets soll ein neuer Weg für Fussgängerinnen und Fussgänger sowie Velofahrende quer durch das Gebiet gebaut werden. Dieser Weg soll eine mehrheitlich ebenerdige Verbindung von der Luzernerstrasse zum Naherholungsgebiet Güttschwald schaffen und die neu geplanten Nutzungen im Gebiet optimal miteinander verknüpfen (siehe rote, gepunktete Linie in Abb. 4). Dieser Weg muss für Notfallzufahrten (Feuerwehr, Polizei etc.) benutzbar sein, soll aber sonst ausschliesslich dem Fuss- und Veloverkehr dienen und damit eine hohe Attraktivität und Sicherheit – auch als möglicher Schulweg – gewährleisten. Zentral ist punkto Erschliessung, dass die Parkierung von privaten Motorfahrzeugen konzentriert in der unterirdischen Sammelparkierungsanlage unter dem Sportfeld (Teilgebiet 2 auf Abbildung ) konzentriert werden soll. Zusätzliche Parkplätze für private Motorfahrzeuge sind keine vorgesehen. Die Sammelparkierungsanlage soll so dimensioniert werden, dass genügend Parkplätze für motorisierte Fahrzeuge für die gesamten Nutzungen im Perimeter der Zonenplananpassung (Wohn-, Arbeits-, Sport- und Freizeitnutzungen) vorhanden sind. Die Veloparkierung erfolgt dezentral an verschiedenen Standorten auf dem Gebiet verteilt.

Abbildung 4 zeigt eine mögliche Bebauungs- und Freiraumform des Entwicklungsgebietes im Sinne der oben beschriebenen Bestvariante auf. Dabei ist wichtig festzuhalten, dass die BZO-Bestimmungen innerhalb der vorgegebenen Dichteziffern auch andere städtebauliche Ausprägungen als die hier dargestellte erlauben.



In Abbildung 5 ist die Bebauungs- und Freiraumstruktur im Sinne der Bestvariante ergänzend als Dachaufsicht dargestellt. Diese Bebauungs- und Freiraumstruktur bildete die Grundlage zur Dimensionierung der verschiedenen Zonen.

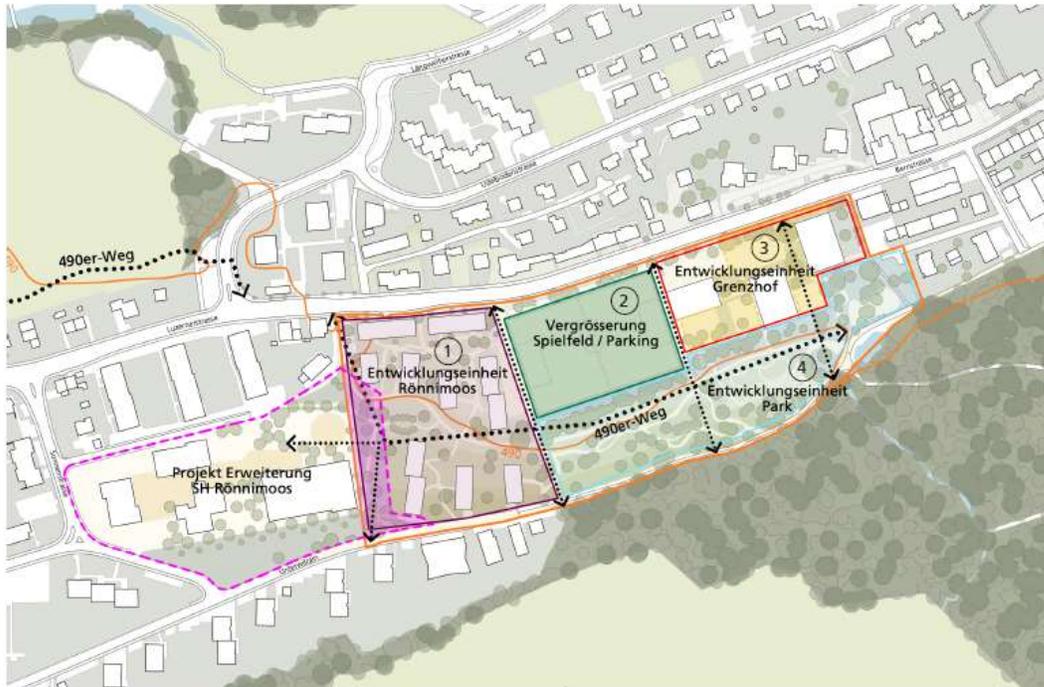


Abbildung 5: Dachaufsicht der Bebauungs- und Freiraumstruktur des Entwicklungsgebietes (Bestvariante)

In der öffentlichen Mitwirkung, welche im Oktober und November 2021 mittels eines öffentlichen Spaziergangs durch das Areal sowie einer Online-Umfrage auf Dialog-Luzern stattfand, zeigte sich ein grosses Interesse der Quartierbevölkerung an einer Entwicklungsvariante mit einem ausgiebigen Freiraum, wie dies in der oben aufgeführten Bestvariante ermöglicht würde. Vor allem der Wunsch nach zusätzlichem Freiraum und quartierdienlichen Nutzungen, wie einem Quartiertreffpunkt, stechen aus den Umfrageergebnissen hervor. Obwohl viele das Quartier für seine Nähe zu den umliegenden Naherholungsgebieten schätzen, erachten sie einen zusätzlichen Freiraum als Bereicherung. Dies auch weil ein solcher Freiraum Platz für einen grosszügigen Kinderspielplatz oder zusätzliche Sportnutzungen bieten könnte. In Bezug auf die quartierdienlichen Nutzungen halten einige Teilnehmenden fest, dass die Schulhausanlage bereits heute quartierverbindende Nutzungen, wie ein Quartierfest, ermöglicht. Diese Nutzungsmöglichkeiten sollen erhalten bleiben und nach Möglichkeit weiter ausgebaut werden. Hier besteht eine Vielfalt an Nutzungswünschen (Café, Kita, Quartierraum, Kleingewerbe, Jugendtreff, Kiosk, Bar etc.).

## 2.2 Verworfenne Varianten

Eine Verschiebung des Fussballplatzes weg vom heutigen Standort wurde zu Beginn der städtebaulichen Entwicklungsstudie geprüft. Möglichkeiten zur Verschiebung sind in Abbildung 6 dargestellt. Letztlich wurden die Szenarien 1 bis 3 qualifiziert verworfen und das Szenario 4 (künftige Positionierung des Fussballfeldes am heutigen Standort bei leichter Vergrößerung) weiterverfolgt. Die Gründe für das Verwerfen der Szenarien 1–3 waren die folgenden:

- Szenario 1: Die privaten Grundeigentümer/innen, auf deren Grundstücken das Fussballfeld hätte zu liegen kommen sollen, waren zu einer entsprechenden Verschiebung nur unter Bedingungen bereit, die für die Stadt nicht zielführend waren.
- Szenario 2: Mit dieser Variante wären sowohl auf der östlichen wie auch auf der westlichen Seite des Fussballplatzes Zwischenräume entstanden, welche eine qualitätsvolle städtebauliche Struktur kaum ermöglicht hätten.
- Szenario 3: In diesem Szenario würde der Bau des Fussballfeldes und der darunterliegenden Tiefgarage einen Raumkonflikt mit der bestehenden unterirdischen Sanitätshilfestelle im östlichen Randbereich des Feldes ergeben. Ausserdem wäre für dieses Szenario der vorgängige Abriss der Turnhalle

auf dem Gebiet der ehemalige Schule Grenzhof eine Voraussetzung. Aufgrund des baulichen Konfliktes sowie der Prozessrisiken, die mit einem Abriss der Turnhalle zusammenhängen (allfällige gerichtliche Anfechtung des Abrissentscheides), wurde diese Variante auch verworfen.

Schlüsselement: Lage Sportplatz und Umgang mit der ehem. Schulanlage



Abbildung 6: Geprüfte Möglichkeiten zum Standort des Fussballfeldes.

Auf Basis des weiterverfolgten Szenarios 4 betreffend den Standort des Fussballplatzes wurden zwei städtebauliche Entwicklungsvarianten ausgearbeitet. Neben der bereits beschriebenen Bestvariante bestand die zweite Variante aus einer ausgedehnteren Bebauung entlang des Hanges südlich des Fussballplatzes zum Gütschwald hin. Diese Variante ist in Abbildung 7 dargestellt. Die Gründe für das qualifizierte Verwerfen dieser Variante waren die folgenden:

- Bebauung des Hanges zwischen Fussballfeld und Wald wegen Waldabstand, Hangneigung und Erschliessung diffizil und aufgrund der schattigen und zum Fussballfeld exponierten Lage nur bedingt attraktiv.
- Wichtige ökologische Funktion des Waldrandes wird aufgrund der Bebauung und des damit verbundenen Nutzungsdrucks beeinträchtigt.
- Resultierender Freiraum ist nur von geringer Grösse und vermag die Bedürfnisse aus dem Quartier nicht abzudecken.



Abbildung 7: Verworfenne städtebauliche Entwicklungsvariante mit ausgedehnterer Bebauung am Hang.



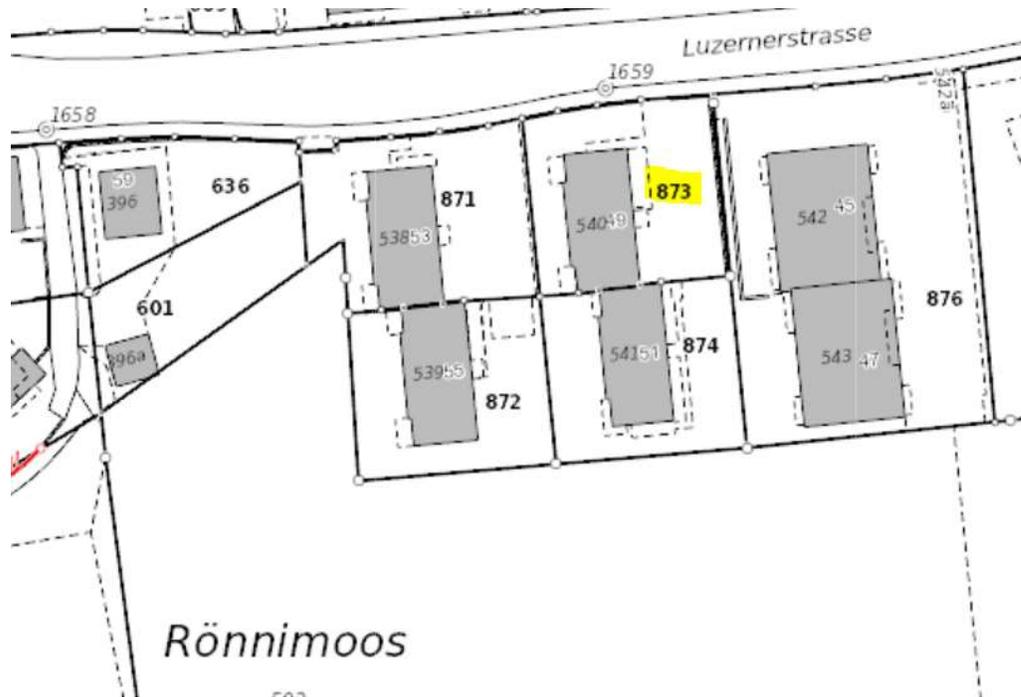


Abbildung 9: Übersicht über die Grundstücke der Wohnbaugenossenschaft Littau und das private Grundstück Nr. 873 GB Littau (gelb markiert) ohne Genossenschaftswohnungen.

### Teilbereich 2: Zone für Sport- und Freizeitanlagen (Ordnungsnummer 463)

Das bereits heute bestehende Fussballfeld für den lokalen Verein («Anlagen von Sport- und Freizeitorganisationen») und die Schule («Sport- und Badeanlagen») soll weiter als solches genutzt werden. Der westliche Bereich der heutigen Zone für öffentliche Zwecke wird neu zur Zone für Sport- und Freizeitanlagen (ON 463) mit Zweckbestimmung Nr. 16:

- Jugendherberge, Jugendtreffs
- Spielplätze, Sportgeräte
- Sport- und Badeanlagen
- Anlagen von Sport- und Freizeitorganisationen
- Restaurant
- Sammelparkierung

Die Zonenausdehnung der Zone für Sport- und Freizeitanlagen in Richtung Westen, welche im Grenzbe- reich die bestehende Parzelle 876 tangiert, erfolgt auf Basis der Notwendigkeit, den Fussballplatz auf- grund von Vereinsnormen zu vergrössern. Eine Vergrösserung des Feldes in Richtung Osten ist nicht sinnvoll, da man dort einerseits eine künftig weiterzuverwendende unterirdische Anlage (Sanitätsstelle, welche in Schutzräume umgewandelt werden soll) tangiert und andererseits eine Abhängigkeit vom Ab- riss des Turnhallengebäudes der Grenzhofschulanlage schafft, welche aufgrund der damit verbundenen Unsicherheiten (notwendige Planungsschritte zum Abriss einer inventarisierten Baute) nicht zweckmässig ist.

Die Zweckbestimmungen «Spielplätze, Sportgeräte» und «Restaurant» geben dem FC Südstern und bei Bedarf weiteren Organisationen die Möglichkeit, ein Clublokal mit Restaurationsbetrieb zu eröffnen und im Aussenbereich einen Platz mit Sportgeräten anzulegen. Denkbar ist auch die Ergänzung eines Ju- gendtreffs in Zusammenhang mit diesen Nutzungen und Organisationen.

Zusätzlich zum Zonenzweck «Sammelparkierung» wird in den weiteren Bestimmungen definiert, dass der Bau einer unterirdischen Sammelparkierungsanlage für Sport-, Freizeit-, Wohn- und Arbeitsnutzungen unter dem Sportfeld zulässig ist. Die Parkierung aller Motorfahrzeuge (für öffentliche und private Zwecke)

im Perimeter der Gebietsentwicklung Grenzhof (Nr. 1-4) soll konzentriert in der unterirdischen Sammel-parkierungsanlage unter dem Sportfeld erfolgen. Weitere Parkplätze sollen in diesem Perimeter nicht zur Verfügung stehen.

### **Teilbereich 3: Wohn- und Arbeitszone (Ordnungsnummer 85)**

Der östliche Teil der heutigen Zone für öffentliche Zwecke mit dem Schulhaus Grenzhof wird in die Wohn- und Arbeitszone umgezont und der Vorgabe des gemeinnützigen Wohnungsbaus unterstellt (Art. 46 BZR). Es handelt sich hierbei um ein Grundstück im Eigentum der Stadt Luzern.

Entsprechend dem Resultat der Entwicklungsstudie ist eine Überbauungsziffer von 0.23 sinnvoll. Aus formalen Gründen ist das Dichtemass auf 0.25 zu runden (die Systematik im BZR sieht nur Abstufungen im Raster von 0.05 vor). Für die Gesamthöhe Flachdach sind 10 m vorgesehen. Analog zur Wohnzone ON 204 (Teilbereich 1) ist die Gesamthöhe ein Maximalwert und gilt nicht für jeden Baukörper. Die Höhen sind differenziert mittels qualitätssicherndem Konkurrenzverfahren zu bestimmen. Die Qualitätssicherung über ein Konkurrenzverfahren erfolgt in diesem Gebiet unter anderem über die Baurechtsvergabe an gemeinnützige Bauträger, welche einen Architekturwettbewerb vorschreibt. Mittels eines städtebaulichen Leitbildes, welches in die Ausschreibung des geplanten Konkurrenzverfahrens einfließen wird, werden die Rahmenbedingungen so gesetzt, dass wesentliche Elemente des Charakters der heutigen Anlage zielführend in ein künftiges Neubau-Projekt überführt werden. So sollen die Neubauten bezüglich Positionierung und Gestaltung die Qualitäten der heutigen Bebauung – etwa die Gewährung von Sichtbezügen Richtung Gütschwald sowie das Zusammenspiel von transparenten Erdgeschossen und teilweise überdachten Aussenräumen – aufnehmen. Dazu zählt insbesondere auch der weitgehende Erhalt der bestehenden Aussenräume, welche für die Bevölkerung im dicht bebauten Gebiet beidseits der Luzerner- und Bernstrasse als Erholungsraum dienen.

Es ist ein erhöhter Gebäudestandard gemäss «[Verordnung über den erhöhten Gebäudestandard](#)» vom 17. September 2014 zu realisieren (Art. 78 BZR).

### **Teilbereich 4: Grünzone (Ordnungsnummer 433)**

In der Grünzone soll eine Parkanlage realisiert werden. Diese funktioniert als Bindeglied zwischen dem Gütschwald und den neuen Bauten und schliesst auch den bestehenden und zu sanierenden «Chrampfer-Spielplatz» am östlichen Ende des Perimeters mit ein. Die Parkanlage soll den künftigen Bewohnenden wie auch der bestehenden Quartiersbevölkerung als öffentliche Naherholungsfläche dienen und gleichzeitig die Biodiversität fördern. Es ist die Zweckbestimmung 8 vorgesehen:

- Parkanlagen/Spielplätze/nutzungsbezogene Infrastrukturbauten
- Freihaltefläche
- Fuss- und Veloverbindungen (Langsamverbindung), nutzungsbezogene Infrastruktur
- Biodiversitätsförderung: Förderung naturnaher Lebensräume, extensive Bewirtschaftung und Nutzung

Die Planung des Parks hat in hoher Qualität zu erfolgen. Dies wird durch die stadtinternen Prozesse (Stadtbaukommission) sichergestellt. Es wird angestrebt, dass die Gestaltung des Parks mittels qualitätssicherndem Konkurrenzverfahren erfolgt. Ob und in welcher Form dies jedoch möglich sein wird, ist zurzeit offen, da das Schulraumprovisorium voraussichtlich bis 2038/2039 an diesem Standort benötigt wird. Inwiefern eine gesamtheitliche Entwicklung des Grünraums vor diesem Hintergrund möglich sein wird, oder es ein etappiertes Verfahren erfordert, ist noch unklar.

## **3.2 Störfall**

Das Planungsprojekt Grenzhof befindet sich im Konsultationsbereich einer störfallrelevanten Anlage (Durchgangsstrasse) und fällt somit in den Geltungsbereich der Störfallverordnung. Entsprechend wurde eine Störfallabklärung durchgeführt, welche nachfolgend dargelegt ist. Sie zeigt auf, dass der Referenzwert in keiner Scanner-Zelle überschritten wird, weshalb kein Risikobericht notwendig ist.

## Vorgehen

Das Planungsprojekt Grenzhof befindet sich im Konsultationsbereich einer störfallrelevanten Anlage (Durchgangsstrasse) und fällt somit in den Geltungsbereich der Störfallverordnung. Es ist somit abzuklären, ob das Projekt risikorelevant ist. Die Beurteilung der Risikorelevanz wurde anhand der «Arbeitshilfe Störfallvorsorge und Raumplanung» für den Konsultationsbereich vorgenommen. Mittels Scanner-Zellen wurde geprüft, ob die zukünftige Personenbelegung den Referenzwert gemäss Anhang 5 der Arbeitshilfe «Störfallvorsorge und Raumplanung» überschreitet (siehe Abbildung 10).

Die mit der Gesamtrevision Stadtteil Littau neu zulässige maximale Bruttogeschossfläche (BGF) in den entsprechenden Zonenblöcken wurde ins Verhältnis mit der angenommenen Wohnfläche pro Person von 50 m<sup>2</sup> in der Wohnzone und 100 m<sup>2</sup> in der Wohn- und Arbeitszone gesetzt (Annahme orientiert sich am Risikobericht «Grossmatte West» der Stadt Luzern).

## Analyse

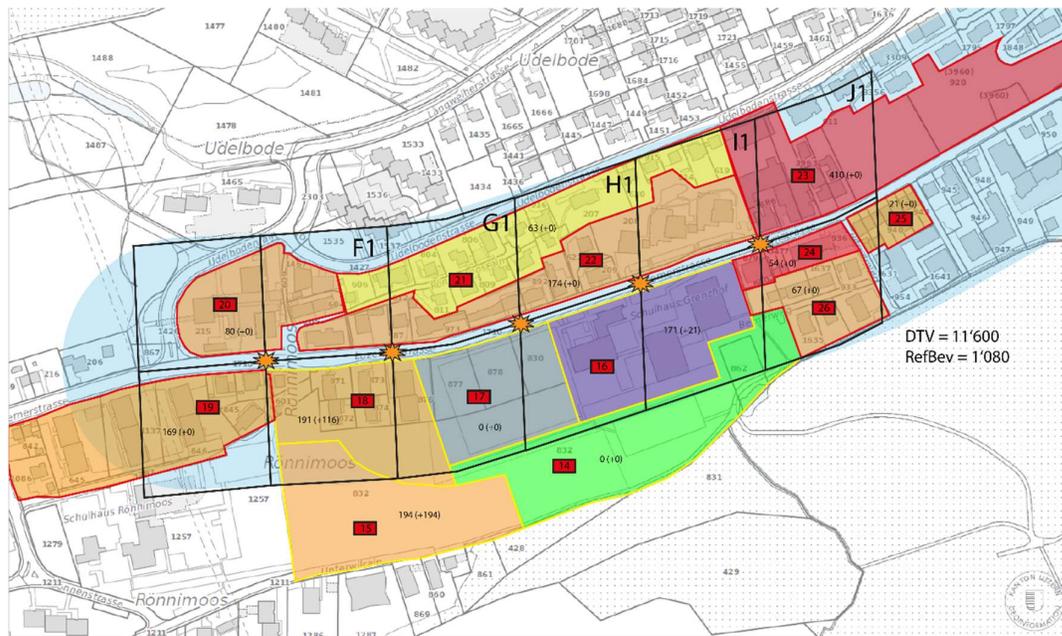


Abbildung 10: Untersuchte Scanner-Zellen

Scanner-Zelle	P <sub>NEU</sub>	Ref <sub>BEV</sub>	Bemerkungen
F1	456	1080	Referenzwert nicht überschritten.
G1	492	1080	Referenzwert nicht überschritten. Beim Zonenblock 17 handelt es sich um den Sportplatz des FC Südstern. Dieser ist nur vereinzelt mit max. 200 Personen belegt und wurde nicht eingerechnet.
H1	423	1080	Referenzwert nicht überschritten. Beim Zonenblock 17 handelt es sich um den Sportplatz des FC Südstern. Dieser ist nur vereinzelt mit max. 200 Personen belegt und wurde nicht eingerechnet.
I1	480	1080	Referenzwert nicht überschritten. Beim Zonenblock 14 handelt es sich um eine Grünzone. Diese ist nur vereinzelt mit max. 50 Personen belegt und wurde nicht eingerechnet.
J1	491	1080	Referenzwert nicht überschritten. Beim Zonenblock 14 handelt es sich um eine Grünzone. Diese ist nur vereinzelt mit max. 50 Personen belegt und wurde nicht eingerechnet.

Durch die geplanten Änderungen des Bau- und Zonenreglements im Gebiet Grenzhof erfahren die Zonenblöcke 14, 15, 16, 17 und 18 Änderungen und die Nutzungsdichte wird verändert. In den anderen Zonenblöcken wurde die maximale Auslastung anhand der maximal möglichen ÜZ und Gesamthöhe berechnet.

**Fazit:** Der Referenzwert wird in keiner Scanner-Zelle überschritten, weshalb kein Risikobericht notwendig ist.

### 3.3 Lärmschutz

Die relevante Lärmquelle ist der Strassenverkehr der Luzernerstrasse (Kantonsstrasse). Mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von 14 190 Fahrzeugen pro Tag erzeugt der Verkehr eine prognostizierte Lärmemission von 79.9 dB(A) am Tag resp. von 74 dB(A) in der Nacht (vgl. Machbarkeitsstudie Grenzhof S. 20). Bei den Bestandesbauten auf den Grundstücken 871, 872, 873, 874 und 876 wird der Immissionsgrenzwert der Empfindlichkeitsstufe II überschritten. An den Fassaden unmittelbar an der Strasse wird der Grenzwert am Tag um ca. 3 dB(A) und in der Nacht um ca. 8 dB(A) überschritten. An den nach Osten orientierten Fassaden der zweiten Bautiefe wird der Grenzwert am Tag knapp eingehalten und in der Nacht um ca. 3,5 dB(A) überschritten. Bereits heute ist die erste Bautiefe der Lärmempfindlichkeitsstufe 3 zugeordnet, dies soll beibehalten werden. Eine Reduktion der signalisierten Geschwindigkeit auf Tempo 30 km / h hätte einen positiven Effekt auf die Lärmemissionen und damit auch auf die Immissionen der Gebäude in der ersten Bautiefe.

Für den rückwärtigen Bereich kann erwartet werden, dass mit einfachen Massnahmen (vermehrt geschlossene Bauweise entlang der Strasse, Einhaltung von gewissen Abständen der Neubauten zur Strasse) die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte erreicht werden kann.

# Städtebauliche Entwicklungsstudie Grenzhof

Stadt Luzern, Baudirektion · 1. April 2022



**Stadt Luzern**  
**Städtebauliche Entwicklungsstudie Grenzhof, Luzern**

**Auftraggeberin:**

**Stadt Luzern**  
**Baudirektion**  
Hirschengraben 17  
6002 Luzern

**Projektsteuerung**

Manuela Jost, Baudirektion, Stadträtin  
Walter Brun, Baudirektion, Stabchef  
Sarah Grossenbacher, Co-Leitung Stadtplanung  
Milena Scherer, Co-Leiterin Mobilität  
Gregor Schmid, Leiter Umweltschutz  
Sibylle Stolz, Leiterin Quartiere und Integration  
Marko Virant, Leiter Immobilien

**Projektleitung Stadtplanung**

Daniel Nüssli  
Roman Streit

**Arbeitsgruppe**

Christoph Brassel, KUS Kultur und Sport  
Reto Burch, QUIN Quartierentwicklung  
Dominic Church, Immobilien  
Christian Ferres, TBA Mobilität  
Stefan Herfort, Umweltschutz  
Daisy Kuliszkiwicz & Christian Wenk, QUIN Quartierarbeit  
Antonio Petrino, Immobilien  
Leonie Schüssler, QUIN Quartierentwicklung

**Auftragnehmerin:**

**Eckhaus AG**  
**Städtebau Raumplanung**  
Rousseaustrasse 10  
8037 Zürich  
044 545 30 10

**Studio Vulkan**  
**Landschaftsarchitektur**  
Vulkanstrasse 120  
8048 Zürich  
043 336 60 70

**IBV Hüsler AG**  
**Verkehrsplaner**  
Olgastrasse 4  
8001 Zürich  
044 252 13 23

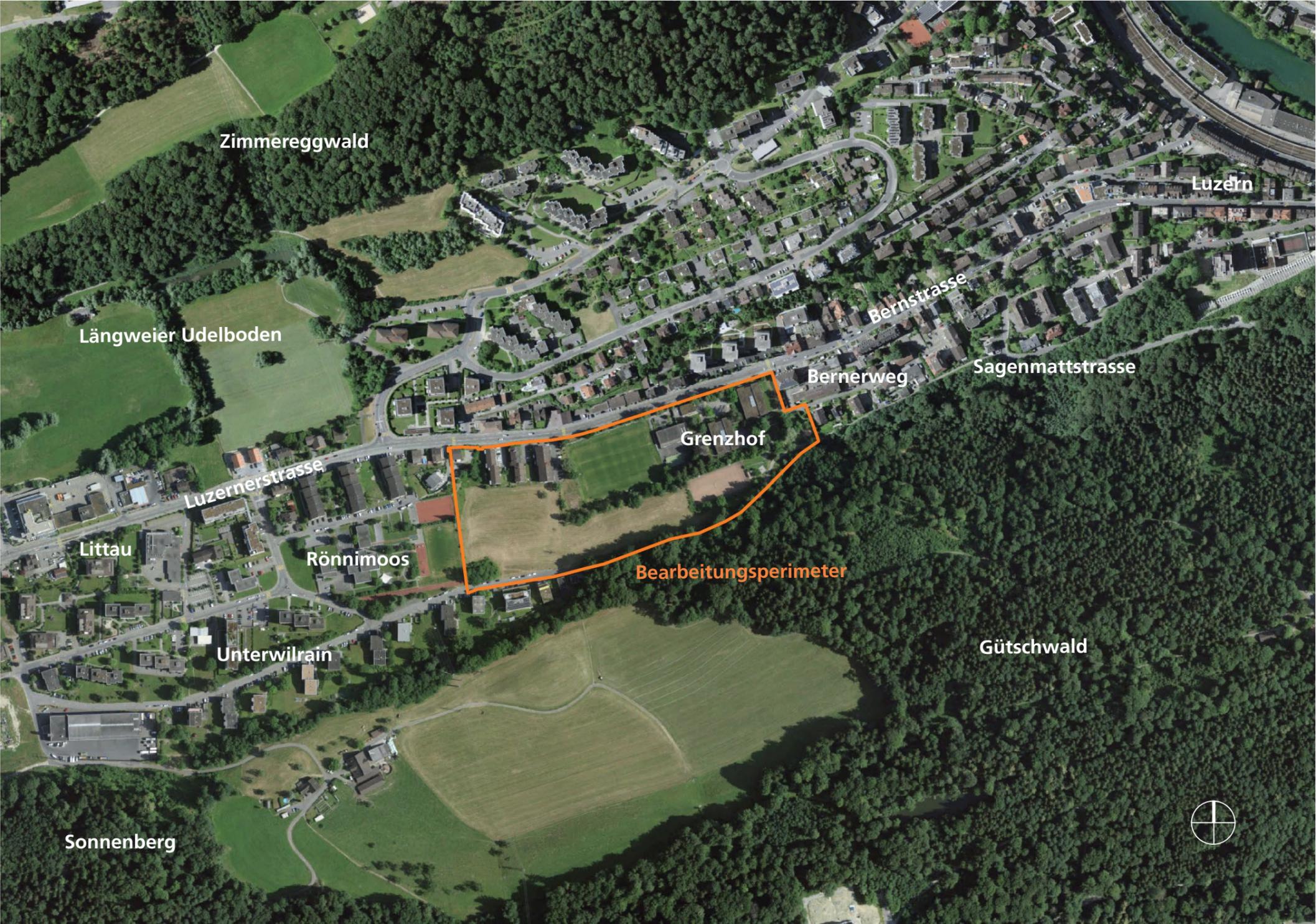
Christian Blum (Projektleitung)  
Alban Külling

Dominik Bueckers  
Johanna Joecker

Luca Urbani

**Inhalt**

<b>ZUSAMMENFASSUNG – VORZUGSVARIANTE</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>Leitbild</b>	<b>56</b>
<b>1 Ausgangslage, Ziele und Vorgehen</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>Entwurf Bau- und Zonenreglement</b>	<b>64</b>
1.1 Ausgangslage	8	8.1	Zonenbestimmungen	64
1.2 Ziele	8	8.2	Qualitätssicherung BZO	64
1.3 Vorgehen	10			
<b>2 Analyse</b>	<b>12</b>			
2.1 Stadtlandschaft, Relief und Freiraum	12			
2.2 Erschliessung und Strassenraum	18			
2.3 Stakeholder-Gespräche Quartier	22			
2.4 Bedürfnisanalyse Kinder und Jugendliche	24			
<b>3 Schlüsselemente</b>	<b>26</b>			
3.1 Ehemalige Schulanlage Grenzhof	26			
3.2 Sanitätshilfestelle und Zivilschutzanlage	30			
3.3 Spielfeld	32			
<b>4 Grundstruktur und Szenarien-Ansätze</b>	<b>34</b>			
4.1 Grundstruktur	34			
4.2 Das Landschaftsgerüst mit dem 490er-Weg	36			
4.3 Nutzungsvarianten für die Entwicklungseinheit ehem. Schulanlage Grenzhof	38			
<b>5 Strategischer Dialog zum Zwischenstand</b>	<b>42</b>			
5.1 Private Grundeigentümer	42			
5.2 Erwägungen der SBK	42			
5.3 Stadt Luzern	42			
<b>6 Eingrenzung der Varianten</b>	<b>44</b>			
6.1 Basis für die städtebauliche Entwicklung	44			
6.2 Variante « 1 – Freiraum in der ehemaligen Schulanlage	46			
6.3 Variante «2 – Freiraum am Wald»	47			
6.4 Partizipation	48			
6.5 Untersuchung der baulichen Dichte	50			



## Zusammenfassung – Vorzugsvariante

### Analyse

Der Perimeter liegt in einem Tal und im Übergangsbereich zwischen einer Bebauung mit vorstädtischem Charakter und typischer Bauformen stadtnaher Siedlungswachstumsgebiete der Nachkriegsjahre. Durch die Tallage und insbesondere durch die steile Süd-Flanke ergibt sich ein ausgeprägter Schattenwurf im südlichen Bereich. An diesem «schattigen» Hang und im Übergang zum Wald befinden sich aber auch einige ökologisch wertvolle Bereiche. Das Quartier ist betreffend Freiraumversorgung unterversorgt. Es besteht daher ein Handlungsbedarf aus freiraumplanerischer Sicht.

Das Gelände liegt zwischen einer Kantonsstrasse (mit Bus) im Norden und einer geplanten Velohaupttroute im Süden. Es ist somit sehr gut an das übergeordnete Netz angeschlossen. Das Wegenetz im Perimeter weist Lücken auf. Der Verkehr auf der Kantonsstrasse ist eine wesentliche Lärmquelle: An der Strasse wird der relevante Grenzwert am Tag um ca. 3 dB(A) und in der Nacht um ca. 8 dB(A) überschritten.

### Stakeholder-Gespräche und Bedürfnisanalyse Kinder und Jugendliche

Um die Anliegen und Bedürfnisse aus dem Quartier möglichst umfassend zu verstehen, wurden relevante Stakeholder in die Gebietsentwicklung miteinbezogen. Aus den verschiedenen Beteiligungsformaten konnte die Erkenntnis gewonnen werden, dass das geplante Wohnraumangebot die soziale Mischung im Quartier verbessern soll. Die Nähe zur Natur und zur Naherholung sei zu stärken sowie die ökologische Vernetzung zu verbessern. Zudem wird das Freiraumangebot der Grenzhofanlage inkl. Spielfeld und der Sportanlagen sehr geschätzt. Die ehemalige Schulanlage Grenzhof ist das Herz des Quartiers und soll in seiner Funktion als ein «Ort der Öffentlichkeit» erhalten bleiben.

### Schlüsselemente der städtebaulichen Entwicklung

Die ehemalige Schulanlage Grenzhof ist ein Schlüsselement. Die involvierten Fachverbände fordern den Erhalt der Bauten und Freiräume, der Stadtrat geht von einem Rückbau aus, die Stakeholder schätzen die Funktion als öffentlichen Ort. Aufgrund dieser komplexen Ausgangslage wird das Areal (exkl. Spielfeld) als unabhängige Entwicklungseinheit definiert. Ein zweites Schlüsselement ist das Spielfeld. Es hat sich bestätigt, dass die Anlage im Perimeter verbleibt aber vergrössert werden muss. Verschiedene Ansätze sind studiert worden, am kompatibels-

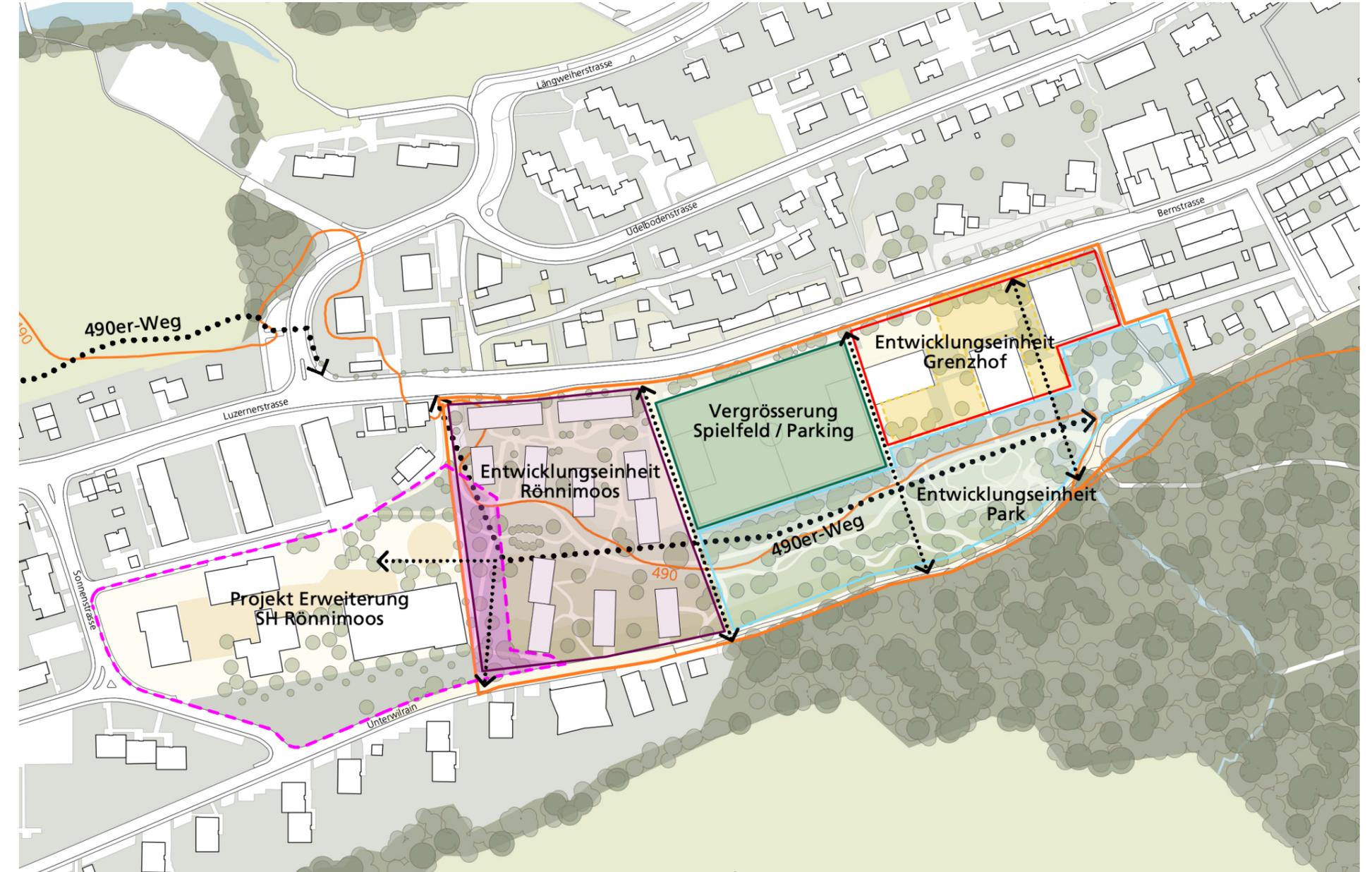
ten mit den verschiedenen Interessen ist eine Bestätigung des Standorts mit der notwendigen Ausdehnung in Richtung Westen und mit der Inanspruchnahme eines privaten Grundstücks. Dies ist insofern möglich, weil sich während des Stakeholder-Prozesses gezeigt hat, dass die Grundstücksbesitzer entlang der Kantonsstrasse (WGL – Private) an einem kooperativen Vorgehen interessiert sind und diese Grundstücke in die Planung miteinbezogen werden können.

### Landschaftsgerüst mit dem 490er-Weg

Aus dem Umgang mit den Schlüsselementen und dem Studium des Potenzials des Geländes entspringt die Idee, die Höhenlinie 490 m.ü.M als öffentliches Freiraumband auszuzeichnen und somit der baulichen Entwicklung ein landschaftliches Rückgrat als Konstante in der Entwicklung zur Verfügung zu stellen. Das landschaftliche Rückgrat wird als öffentlicher Naherholungsraum verstanden und leistet damit einen Beitrag zur Behebung des Defizits an Freiraumversorgung im Quartier. Der in das Rückgrat eingeschriebene Weg (Arbeitstitel: 490er-Weg) ist ein Beitrag zur Netzschliessung. Aus diesem Gerüst, der geklärten Lage des Spielfelds, der angestrebten Unabhängigkeit der Entwicklungseinheit Grenzhof («Ort der Öffentlichkeit») sowie der Möglichkeit, die Grundstücke entlang der Kantonsstrasse in die Planung zu integrieren, ergaben sich zwei Baufelder für hauptsächliche Wohnraumentwicklung: Die Entwicklungseinheit Rönrimoos Nord und die Entwicklungseinheit Rönrimoos Süd. Für diese beiden Einheiten sowie für den «Ort der Öffentlichkeit» sind verschiedene Entwicklungsszenarien untersucht worden.

### Eingrenzung der Varianten – Vorzugsvariante / Leitbild

Aufgrund einer durchgeführten Partizipation und der fachlichen Beurteilung wird von den verschiedenen Szenarien und Varianten diejenige bevorzugt, die die Entwicklungseinheit Rönrimoos Süd aufteilt in einen öffentlichen Park am Waldrand (Osten) und einem Baufeld im Westen. Mit einer grosszügigen Zeilenbebauung können dadurch im Bereich Rönrimoos bis 190 Wohnungen (inkl. 50 als Ersatz des Bestandes) realisiert werden. In der Entwicklungseinheit Grenzhof wird die städtebauliche und freiräumliche Disposition sowie der landschaftsarchitektonische Bestand erhalten. In Neubauten, die die Qualitäten des «alten» Ensembles neu interpretieren, werden mindestens im Erdgeschoss quartierorientierte Nutzungen vorgesehen. Darüber sind in zwei Obergeschossen spezielle Wohnformen und Wohntypologien (Alterswohnen, Studenten etc.) denkbar.



# 1 Ausgangslage, Ziele und Vorgehen

## 1.1 Ausgangslage

Gemäss Raumentwicklungskonzept 2018 (REK) stellt das Grenzhof ein Fokusgebiet dar. Es soll dort eine qualitätsvolle Bebauung ermöglicht werden und gleichzeitig vorhandene Freiraumqualitäten erhalten bleiben. Hierzu soll das Gebiet zumindest teilweise einer Wohnnutzung zugeführt werden, wofür die planungsrechtlichen Grundlagen geschaffen werden müssen. Die Flächen zum Wohnen sollen mittelfristig an eine oder mehrere gemeinnützige Wohnbauträgerschaften im Baurecht abgegeben werden. Dabei ist festgehalten, dass im Vorfeld der Abgabe noch verschiedene Aspekte zur weiteren Entwicklung des Gebiets zu klären sind. So müssen u. a. eine geeignete Nutzungsanordnung wie auch die städtebaulich verträgliche Dichte ausgemacht und zweckmässige Erschliessungslösungen gefunden werden.

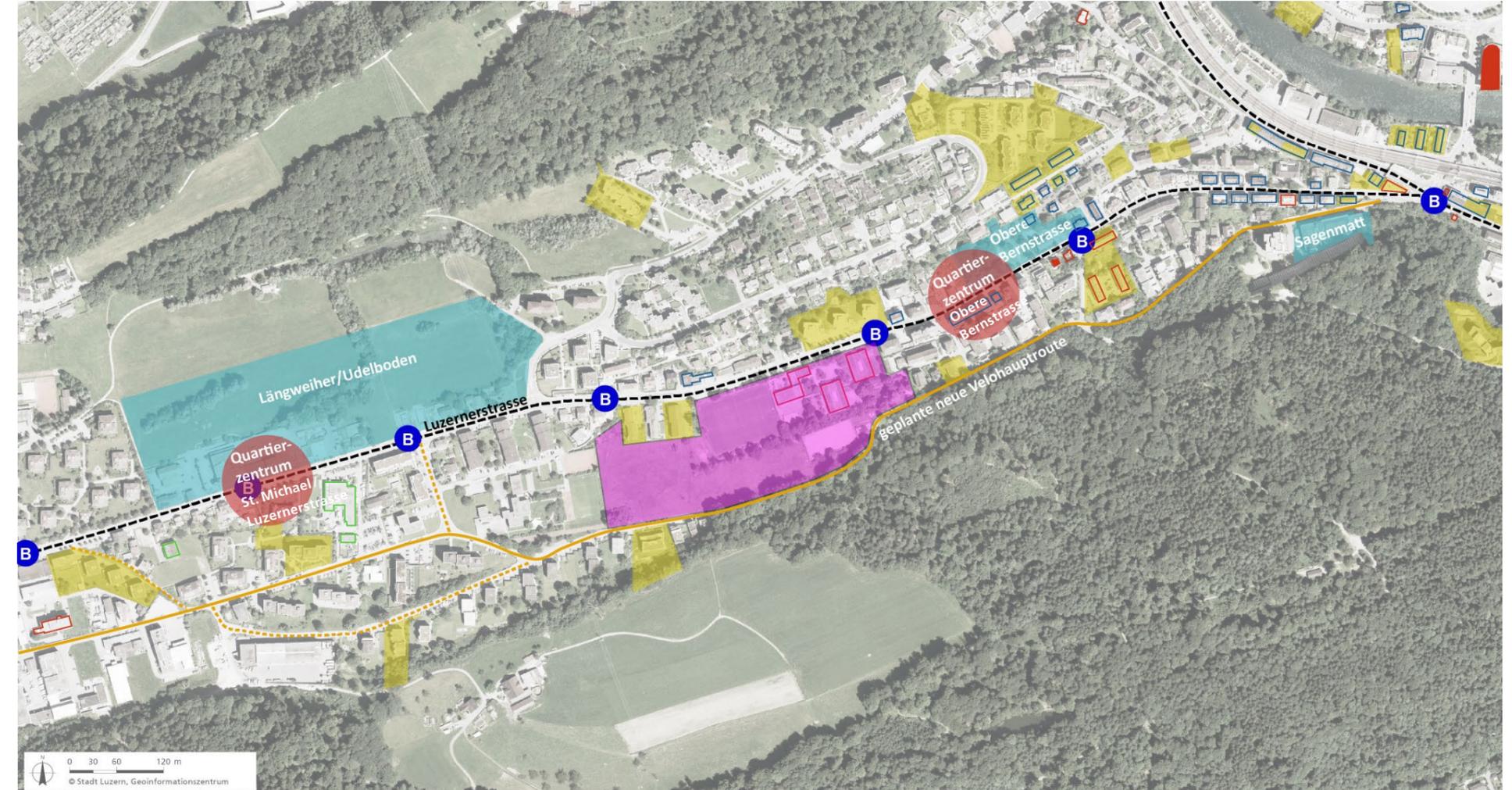
Zur Klärung der offenen Punkte sollen eine städtebauliche Entwicklungsstudie sowie eine darauf abgestimmte Machbarkeitsstudie durchgeführt werden. In der Entwicklungsstudie werden Szenarien zur Nutzung, zum Städtebau, zu den Freiräumen und zur verkehrlichen Erschliessung des Gebiets geprüft und Vorzugsvarianten erarbeitet. In der Machbarkeitsstudie (seperater Auftrag mit eigenständiger Dokumentation) sollen die Erkenntnisse der Entwicklungsstudie durch konkrete Bebauungsvarianten auf den Grundstücken für den gemeinnützigen Wohnungsbau vertieft werden um die Abgabe im Baurecht an gemeinnützige Wohnbauträger vorzubereiten.

## 1.2 Ziele

Mit der Gebietsentwicklung Grenzhof werden folgende Ziele verfolgt:

- Sie leistet einen Beitrag zur Stärkung der Quartierzentren St. Michael/Luzernerstrasse sowie obere Bernstrasse, welche gemäss REK neu zu entwickeln sind.
- Sie stellt eine qualitativ hochwertige Bebauung sicher und trägt zur Zielerreichung der Initiative «Für zahlbaren Wohnraum» bei, indem die für Wohnnutzung vorgesehenen Flächen auf den städtischen Grundstücken vollumfänglich dem gemeinnützigen Wohnungsbau zur Verfügung gestellt werden sowie den Anliegen der sozialen Durchmischung und dem Generationenwohnen Rechnung getragen wird.

- Sie stellt durch eine sorgfältige Analyse und einen bewussten Umgang mit dem Bestand sicher, dass bestehende Qualitäten des Gebiets gestärkt und sinnvoll weiterentwickelt werden können. Besonders zu erwähnen ist die Lage und Anordnung der heutigen Baukörper, der wertvolle Baumbestand und weitere Naturelemente, die Topografie, der grosse Spielplatz sowie weitere ortsprägende Elemente.
- Sie schafft eine hohe Qualität des Freiraums sowie einen geeigneten Übergang zwischen Siedlungs- und Naherholungsgebieten.
- Sie ermöglicht eine auf den Ort abgestimmte Durchmischung von Wohn- und Arbeitsnutzungen sowie Freiraumangeboten und leistet durch eine angemessene bauliche Dichte einen substantiellen Beitrag zur Siedlungsentwicklung nach innen.
- Sie ermöglicht nachhaltige Mobilitätsformen und legt einen besonderen Fokus auf eine hohe Durchlässigkeit für den Fuss- und Veloverkehr und eine flächeneffiziente Erschliessung.
- Sie stimmt die Nutzungen und Bebauungsformen sorgfältig auf die umgebenden Verkehrsräume und deren Lärmerzeugung ab. Möglichkeiten zur gestalterischen und betrieblichen Weiterentwicklung angrenzender Strassenräume werden dabei mitberücksichtigt.
- Sie schafft die Grundlagen für eine Zertifizierung des Gebiets als 2000-Watt-Areal, wofür u.a. autoarmes Wohnen, der erhöhte Gebäudestandard gemäss BZR Art. 43 Abs. 3 Stadtteil Luzern sowie ein reduzierter Wohnflächenverbrauch pro Kopf von rund 35m<sup>2</sup> vorzusehen sind.
- Sie zeigt auf, ob und wie das bestehende Rasenspielfeld in der Lage und in der Dimension entwickelt werden kann und wo die dazugehörigen Räumlichkeiten entsprechend zu platzieren sind. Damit verbunden legt sie dar, wie das Spielfeld über eine möglichst attraktive Fussverbindung mit dem Schulhaus Rönimoos verknüpft werden kann.



### Grenzhof - Bauliche Strukturen

#### Legende

Bearbeitungsperimeter Grenzhof

#### Gemeinnütziger Wohnungsbau

- Gemeinnütziger Wohnungsbau bestehend
- Gemeinnützige Wohnbauprojekte in Planung

#### Bauinventar

- Schützenswerte Gebäude
- Erhaltenswerte Gebäude
- Dokumentation
- Geschützte Gebäude

#### Infrastruktur

- Kantonsstrassen
- geplante Veloachse
- B Bushaltestelle

### 1.3 Vorgehen

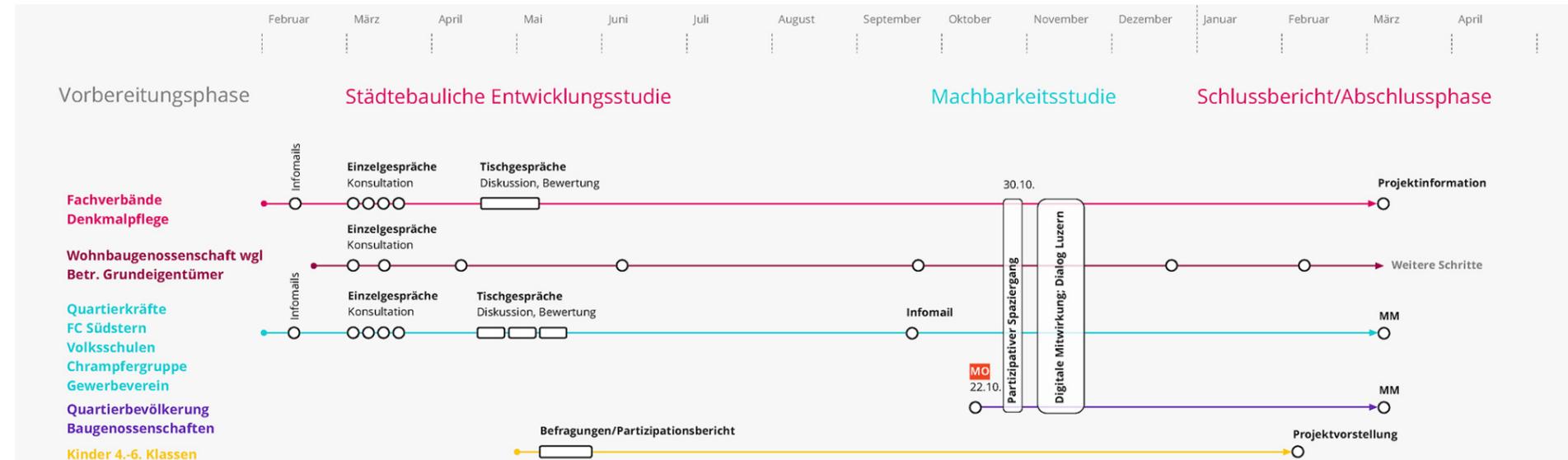
Um die Anliegen und Bedürfnisse aus dem Quartier möglichst umfassend zu verstehen, wurde, nebst Recherchen und Grundlageklärungen, eine Stakeholderanalyse durchgeführt. Diese ergab folgende fünf für die Aufgabenstellung relevanten Anspruchsgruppen:

- Fachverbände und Denkmalpflege
- Direkt betroffene und miteinbezogene Grundeigentümer
- Quartierkräfte
- Quartierbevölkerung und Baugenossenschaften
- Kinder und Jugendliche

Zur Evaluierung der Bedürfnisse und Bedenken aus dem Quartier wurden in einer ersten Phase 15 Einzelgespräche zwischen der Stadt Luzern, dem Planungsteam, sowie Vertreter/-innen der jeweiligen Anspruchsgruppe geführt. In einer zweiten Phase wurden, in zusammengefassten «Tischgesprächen», mit denselben Anspruchsgruppen erste Konzept-Ansätze diskutiert und reflektiert. In den ersten Gesprächen hat sich abgezeichnet, dass die Wohnbaugenossen-

schaft Littau an einer aktiven Zusammenarbeit interessiert ist. Die privaten Grundstücke 601, 636, 871, 872, 873, 874 und 876 wurden in der Folge in den Planungsperimeter integriert. Die Quartierarbeit führte zeitgleich Befragungen von Schulklassen und Jugendgruppen durch und fasste die Erkenntnisse in einem Mitwirkungsbericht zusammen. Durch die Gespräche und die Gefässe der Arbeitsgruppe, Projektsteuerung und Stadtratsseminar liessen sich die Konzept-Ansätze auf zwei mögliche Szenarien reduzieren. Diese sind mittels Medienorientierung und einem partizipativen Spaziergang der Öffentlichkeit vorgestellt. Zeitgleich wurden über die Mitwirkungsplattform Dialog Luzern Rückmeldungen entgegengenommen. Die Erkenntnisse flossen in die weitere Bearbeitung der Szenarien mit ein. Mit der Aufnahme der Bearbeitung «Machbarkeitsstudie» werden die zwei favorisierten Szenarien, sowie verschiedene Schnittstellen vertieft untersucht (Umgang Zivilschutzanlage, Freiraumtypologien, Platzierung Fussballplatz, Sammelparkierung, Adressierung inkl. der Erschliessung, Übergang Schulgelände Rönrimoos).

Der vorliegende Schlussbericht fasst die Ergebnisse und Erkenntnisse der städtebaulichen Entwicklungsstudie zusammen und ist Grundlage für die Anpassung der Bau- und Zonenordnung, sowie Basis und Leitbild für die weitere Ausarbeitung der Machbarkeitsstudie.



## 2 Analyse

### 2.1 Stadtlandschaft, Relief und Freiraum

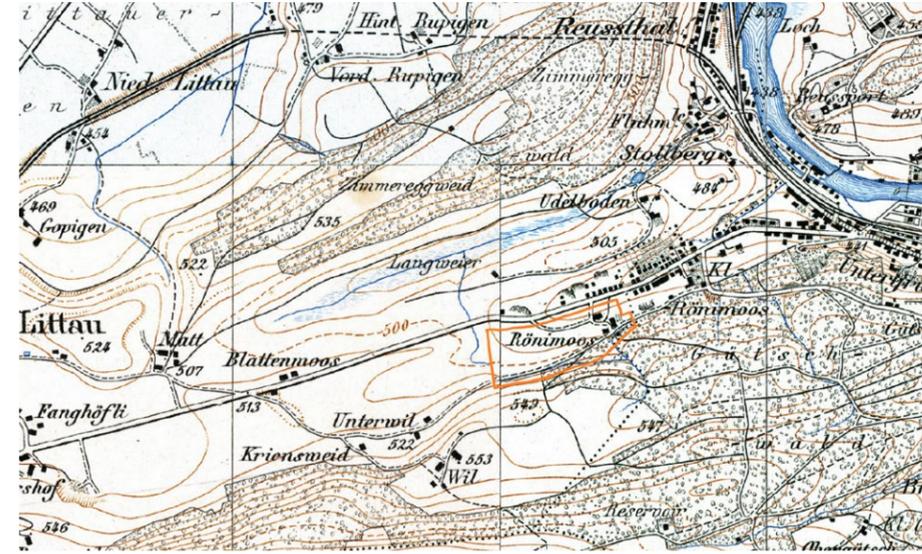
#### Stadtlandschaft

Der Name «Grenzhof» bezieht sich auf einen ehemaligen Hof der unmittelbar an der Grenze zwischen der ehemaligen Gemeinde Littau und der Stadt Luzern sowie oberhalb der Luzernerstrasse, am Waldrand der Hügelflanke vom Sonnenberg, lag. Entlang des Waldrands führt der historische Verkehrsweg (IVS LU 1.2) Luzern – Kreuzstutz – Rönnimoos – Littau (– Sursee).

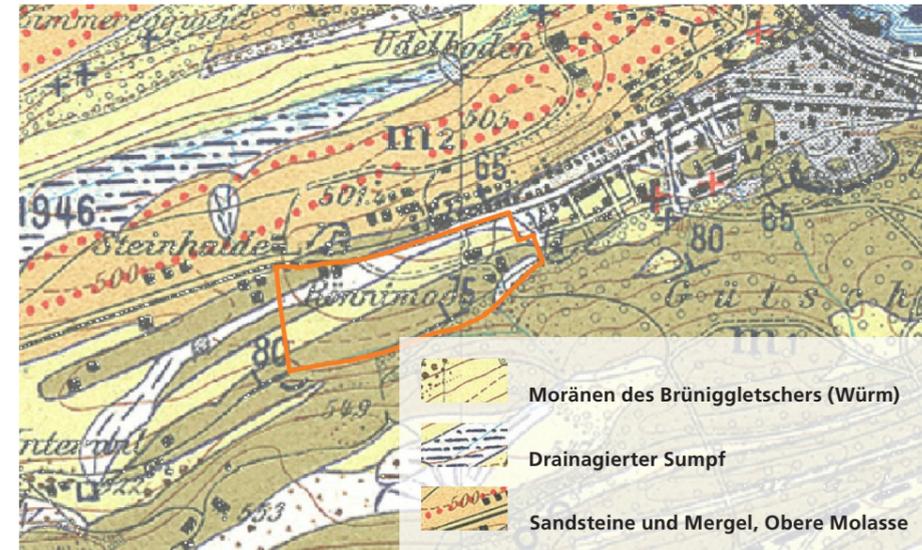
Bis gegen das Jahr 1900 war der Hof Teil der Landschaft zwischen den Siedlungen. Ab der Jahrhundertwende entsteht auf städtischem Gebiet entlang der oberen Bernstrasse eine Besiedlung in der Art einer Vorstadt. Weiter in Richtung Littau zeigen die historischen Karte weiterhin eine nur punktuelle, weilerartige Besiedlung der Flure mit Namen Rönnimoos (hist. Schreibweise), Langweier und Blattenmoos. Bis Ende der 1950er-Jahre verändert sich dieser Charakter nur unwesentlich. Zeitlich parallel mit dem Bau der Schulanlage Grenzhof, unmittelbar zwischen dem Grenzhof und der Bernstrasse angelegt, beginnt die Erschliessung und die Besiedlung der Flächen zwischen Grenzhof und der Dorfkern Littau.

Im gebauten Ist-Zustand weist die Bebauung an der oberen Bernstrasse, teilweise auch vis-à-vis des Grenzhof, städtischen Charakter auf: Die Bauten weisen einen direkten räumlichen und oft auch funktionalen Bezug (publikumsorientierte EG-Nutzungen, Vorplatz o.dgl.) zum Strassenraum auf. Zudem stehen die Bauten in der Regel mit kleinen Abständen zueinander und sind mit 6 Geschossen relativ hoch. Die räumlich-visuell hohe Dichte wird durch die Tallage verstärkt. Oberhalb (westlich) des Grenzhofs ändert sich die Bebauungstypologie. Die Bauten drehen sich in der Regel von der Strasse ab, distanzieren sich räumlich und funktional von ihr und die Gebäude weisen auch untereinander grössere Abstände auf und sind niedriger. Solcherart ergeben sich Zwischenräume mit Bezug auf die dahinterliegende Siedlungslandschaft.

Somit liegt der Perimeter im Übergangsbereich zwischen einer Bebauung mit vorstädtischem Charakter und typischer Bebauungsformen stadtnaher Siedlungswachstumsgebiete der Nachkriegsjahre.



Ausschnitt aus der Siegfriedkarte von 1900 (map.geo.admin)



Auszug aus dem Geologischen Atlas der Schweiz (map.geo.admin)



## Relief und Schattenwurf

Der Perimeter liegt im Übergangsbereich Talboden – Hangflanke eines kleinen, in Längsrichtung ansteigenden, Sohlentals. Am westlichen Rand des Perimeters endet das Tal, das Relief zeigt nun eine kleine Anhöhe, die in einem nächsten, weiteren Tal mit ausgedehnterem Boden im Bereich Längweier/Udelboden liegt. Die seitlichen Flanken der beiden Sohlen-Täler sind steil, aber mit ca. 40m nicht hoch.

Im Perimeter ist, mit den während dem Bau der Schule künstlich angelegten Freiraumterrassen, das natürliche Relief akzentuiert worden. Der Talboden ist hier durch mehrere Terrassen, unterschiedlich gross und auf unterschiedlichem Niveau, überformt worden. Durch die Eingraben der Terrassen im Gelände ist die südliche Flanke ausgeprägter, steiler modelliert. Im Übergangsbereich zum Rönnimooos endet das Sohlental realtiv entspannt in einer gleichmässig modellierten Flanke.

Die steile seitliche Süd-Flanken des Tals, die zusätzlich mit Wald bedeckt ist, führt zu einem ausgeprägten Schattenwurf auf das Gelände. Um die Auswirkungen abschätzen zu können, ist im Rahmen der Analyse der Schattenwurf auf den Perimeter simuliert worden. Die Simulationen sind für den sogenannten «mittleren Wintertag» (2. November oder 8. Februar) bzw. den «mittleren Sommertag» (30. Mai oder 22. August) für jeweils 12 Uhr erstellt worden. Die Simulationen zeigen, dass am «mittleren Wintertag» die Talflanke vollständig im Schatten liegt.

## Geologie, Gewässer und Naturgefahren

Die geologische Basis bilden die Felsen der Oberen Meeresmolasse (Silt- und Schlammsteine mit Sandsteinbänken und oberflächennaher Verwitterungszone). Am Hang sind die Felsen überlagert mit einer bis ca. 5 m mächtigen Schicht von Hangsedimenten (Unterschiedlich siltiger Sand mit variablen Anteil an Kies, Steinen, Blöcken und z.T. organischen Beimengen, sehr locker bis mitteldicht gelagert). In der Talsohle sind die Felsen vielschichtig und bis 15 m stark überlagert. Die Oberfläche bilden künstliche Auffüllungen. Die Auffüllungen sind betreffend Schadstoffen nicht problemlos, Der Perimeter weist aber keinen Eintrag im Kataster der belasteten Standorte auf (*Quelle: Geologisch-geotechnischer Vorbericht (Stufe Machbarkeitsstudie), Luzern, 30.6.2021*). Oberhalb des Grenzhofs entspringt in der Flanke des Sohlentals der Grenzbach. Vom Hang herkommend verbreitert sich der Grenzbach am Waldrand zu einem verlandenden Weiher, bevor der Bach in einem Schacht verschwindet. Nach dem Weiher verläuft der

Bach eingedolt unter der Sagenmattstrasse in Richtung Reuss. Durch die Art des Bodenaufbaus ergibt sich gemäss der aktuell gültigen Naturgefahrenkarte eine mittlere (blau) bis teilweise erhebliche (rot) Gefährdung durch spontane Rutschungen und Hangmuren. Massgeblich für diese Zuordnung ist, dass:

- im roten Bereich mit Spontanrutschungen starker Intensität bei mittlerer Wahrscheinlichkeit;
- im blauen Bereich bergseitig des Vorhabens sowohl mit Spontanrutschungen mittlerer Intensität und Wahrscheinlichkeit als auch mit Hangmuren mittlerer Intensität bei geringer Wahrscheinlichkeit;
- im blauen Bereich talseitig des Vorhabens mit Hangmuren mittlerer Intensität bei geringer Wahrscheinlichkeit gerechnet wird.

## Vegetation und ökologische Qualitäten

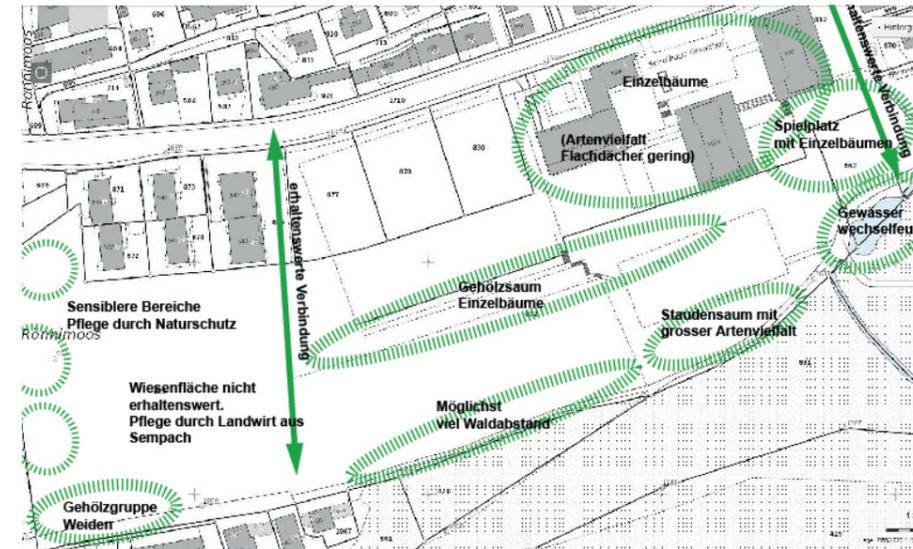
Der südliche Rand des Perimeters ist geprägt durch Wald. Entlang dieses Rands befinden sich einige ökologisch wertvolle Bereiche, darunter zwei Naturobjekte von lokaler Bedeutung: Das wechselfeuchte Gewässer am Grenzbach sowie der Staudensaum zwischen Schul-Provisorium und Wald. Beim wechselfeuchten Gewässer handelt sich um eine künstlich erweiterte Bachau des Grenzbachs. Sie weist temporär überflutete Bereiche mit Kleinröhrichten, höhergelegene Sand- und Kiesbänke sowie Böschungen mit artenreichen Staudensäumen auf. Beim Weiher am Waldrand kommen verschiedene Ufergehölze vor. Der Weiher ist als Amphibienlaichgewässer bekannt, u.a. für den Grasfrosch. Das zweite Naturschutzobjekt ist die «Spierstaudenflur Grenzhof». Diese waldrandnahe, teilbeschattete Hochstaudenflur beherbergt zahlreiche Spierstaudearten. Südlich ist die Staudenflur durch den Kiesweg (zukünftige Veloroute) und den Waldrand begrenzt, im Norden schliesst ein heckenartiger Pioniergehölzstreifen an. Der Standort ist nährstoffreich und überwiegend sicker- bis staufeucht. Seine Schutzwürdigkeit ergibt sich aus der Funktion als wichtiges Vernetzungselement am nördlichen Rand des Gütschwaldes. Es sind Einzelbeobachtungen zu Grasfröschen, Erdkröten und Feuersalamander in diesem Lebensraum verzeichnet. Ansonsten prägt der Baum- und Strauchbestand der Grenzhof-Anlage den Perimeter.

*Quellen: Technischer Bericht. Vorprojekt. Veloroute Littau, Luzern 17.12.2021; Begehung und Bewertung durch Stefan Herfort, Leiter-Stv., Natur- und Landschaftsschutz, 29.10.2020*



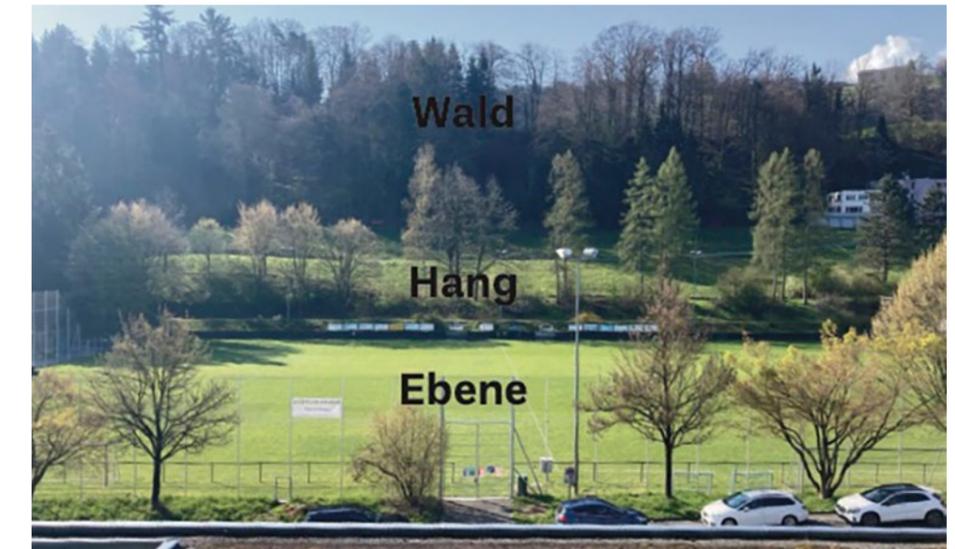
Synoptische Gefahrenkarte (<https://www.geo.lu.ch/map/gefahrenkarte/>, letzter Zugriff am 06.04.2021)

Naturstandorte nach Stefan Herfort



Simulation des Schattenwurfs für den 3. November um 12 Uhr.

Die natürliche Kulisse



## Freiraumversorgung

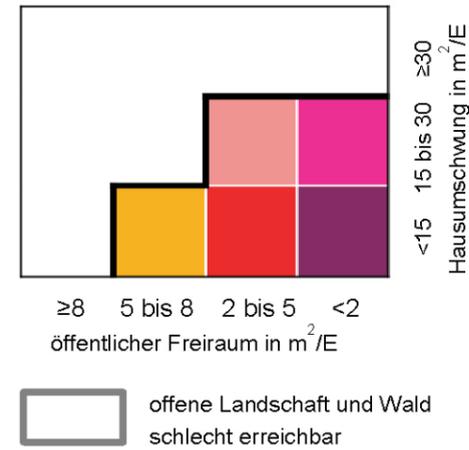
Mit der Freiraumanalyse (2017) sind diejenigen zusammenhängenden Gebiete eruiert, welche insgesamt über eine unzureichende Freiraumversorgung verfügen. Die errechneten Analysen ergaben acht Fokusgebiete. Eines der Fokusgebiete ist die Basel-/Bernstrasse. Der Planungspereimeter der städtebaulichen Entwicklungsstudie Grenzhof liegt in diesem Gebiet.

Infolge der geplanten Bautätigkeit entlang der Bernstrasse (dynamische Gebiete, neue Entwicklungen) erhöht sich einerseits die Nachfrage und andererseits reduziert sich auch das Freiraumangebot, da die bauliche Entwicklung vorwiegend auf bisherigen Grünräumen erfolgt (Schulanlagen, Sportflächen etc.). Die Freiraumversorgung verschlechtert sich deshalb weiter. In diesem unterversorgten Gebiet besteht daher ein Handlungsbedarf aus freiraumplanerischer Sicht und die Stadtentwicklung sollte hier besonders in achtsamer Güterabwägung zwischen den Zielen einer baulichen Entwicklung und dem Erhalt der Lebens- und Erholungsqualität zu erfolgen. Zudem können folgende Handlungsempfehlungen eine Relevanz für die Entwicklungsstudie aufweisen:

- Erhöhung der Erholungskapazität bestehender, einberechneter Freiräume durch Ausschöpfung der vollen Erholungskapazität oder Umnutzung zu Flächentyp «Park»
- Schaffung von neuen Erholungsräumen.

Die erwünschte Erhöhung der Erholungskapazität soll u.a. die vorhandenen Qualitäten des Freiraums der ehemaligen Schulanlage Grenzhof berücksichtigen.

Als «unterversorgte Wohngebiete» gelten:



Auszug aus der Freiraumanalyse der Stadt Luzern (3. März 2017)



## 2.2 Erschliessung und Strassenraum

### Erschliessung

Das Gebiet ist am östlichen und westlichen Ende in fussläufiger Distanz an zwei Bushaltestellen (Rönnimoosrain und Grenzhof) auf der Luzernerstrasse angeschlossen, welche von den Buslinien 12, 30 und N5 bedient werden. Es befindet sich in der ÖV-Gütekategorie A des ARE (sehr gute Erschliessung). Gleichzeitig stellt gerade der Kreuzstutz (Einmündung Bern- in Baselstrasse) derzeit gemäss Mobilitätsanalyse einen Flaschenhals im gesamten Verkehrsnetz dar. Für den Busverkehr bedeutet diese Engstelle, dass während der Hauptverkehrszeiten (HVZ), aber auch bei grösseren Verkehrsaufkommen ausserhalb der HVZ durch Stausituationen die Fahrplanstabilität gefährdet ist.

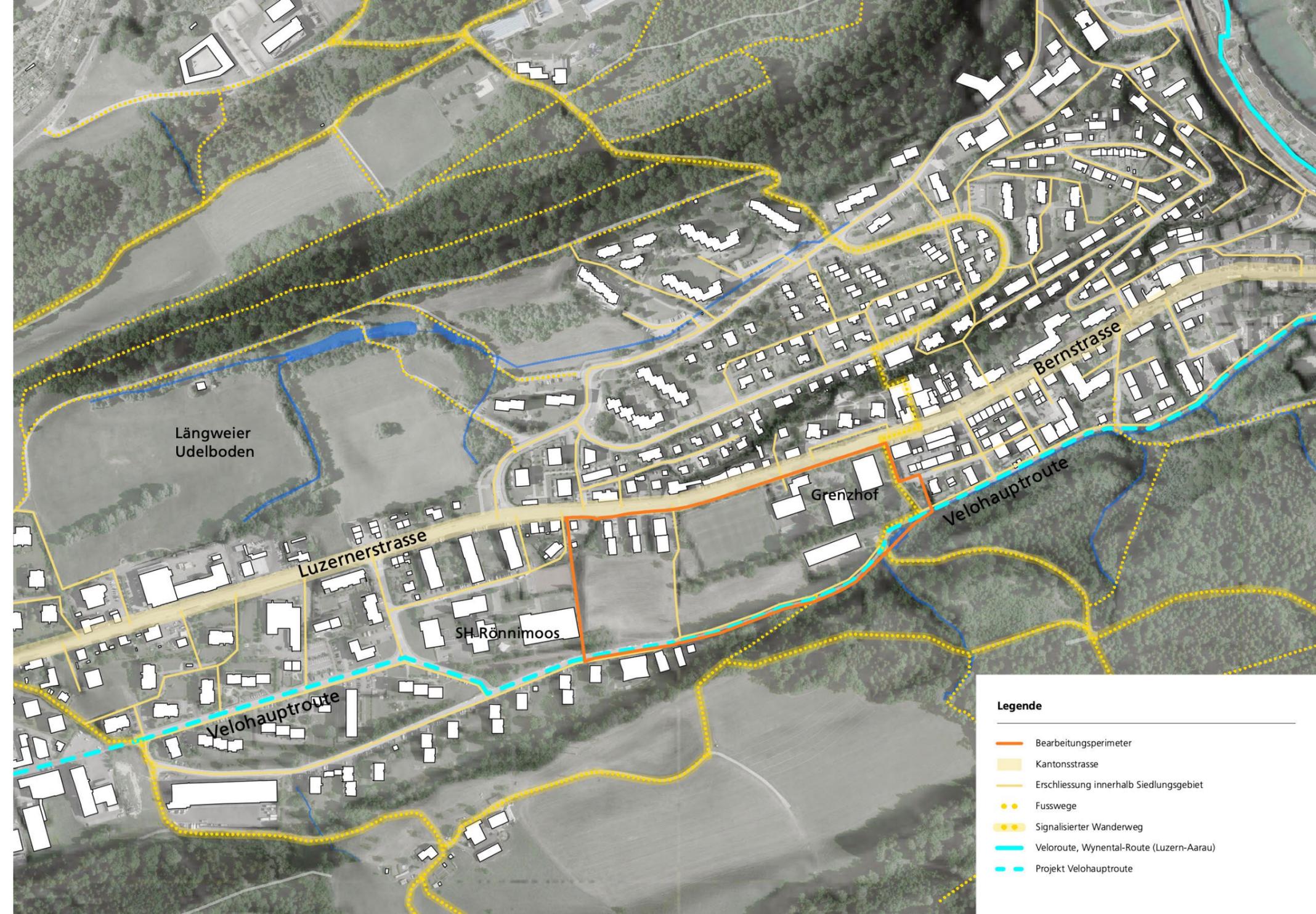
### Strassenraum

Der Bearbeitungsperimeter grenzt direkt an die Kantonsstrasse (Luzerner- und Bernstrasse), welche ein hohes Verkehrsaufkommen von rund 12'000 Fahrzeugen (DTV) aufweist. Möglichkeiten zur Verbesserung der Situation in Hinblick auf Sicherheitsaspekte (z. B. Velo- und Fussgängerinfrastruktur) sowie auf einen besseren Verkehrsfluss (v. a. für den ÖV) wurden in der Machbarkeitsstudie Bern-/Luzernerstrasse geprüft. In Diskussion sind unter anderem eine eigene Spur für Busse und Velos in Ostrichtung auf einem Abschnitt der Luzernerstrasse sowie eine Temporeduktion und Querschnittsverbreiterung im Bereich der Bernstrasse. Zudem wird eine Verschiebung einzelner Bushaltestellen vorgeschlagen. Insbesondere an der Bernstrasse sind die Strassenverhältnisse derzeit sehr beengt. Zusammen mit privaten Liegenschaftszufahrten und Parkplätzen, die direkt ab der Kantonsstrasse erschlossen sind, führt dies zu verschiedenen Sicherheitsmängeln. Im Hinblick auf die Entwicklung des Grenzhofareals ist ein besonderes Augenmerk auf die Abstimmung von Siedlungsentwicklung und Verkehrssituation zu legen (attraktive Fusswege zu Bushaltestellen, Nutzungsanordnung und städtebaulicher Anschluss an die Kantonsstrasse, Umgang mit Lärmsituation, Minimierung der zusätzlichen generierten MIV-Fahrten durch autoarmes Wohnen etc.).



Das Gebiet liegt in der ÖV-Angebotsstufe 5 mit einem «sehr dichten Angebot» (<https://www.geo.lu.ch/map/angebotsstufen>; letzter Zugriff am 17.2.2022)

Die Wanderwege im Gebiet (<https://www.geo.lu.ch/map/wanderwege>; letzter Zugriff am 17.2.2022)



- Legende**
- Bearbeitungsperimeter
  - Kantonsstrasse
  - Erschliessung innerhalb Siedlungsgebiet
  - Fusswege
  - Signalisierter Wanderweg
  - Veloroute, Wynental-Route (Luzern-Aarau)
  - Projekt Velohauptroute

### Velohauptroute

Das hohe Verkehrsaufkommen sowie die teilweise engen Strassenabschnitte auf der Luzerner- und Bernstrasse stellen auch für den Veloverkehr eine Herausforderung dar. Südlich angrenzend an den Bearbeitungsperimeter ist daher eine neue Velohauptroute als Alternative zur Kantonsstrasse für den Veloverkehr geplant.

### Lärmbelastung Strasse

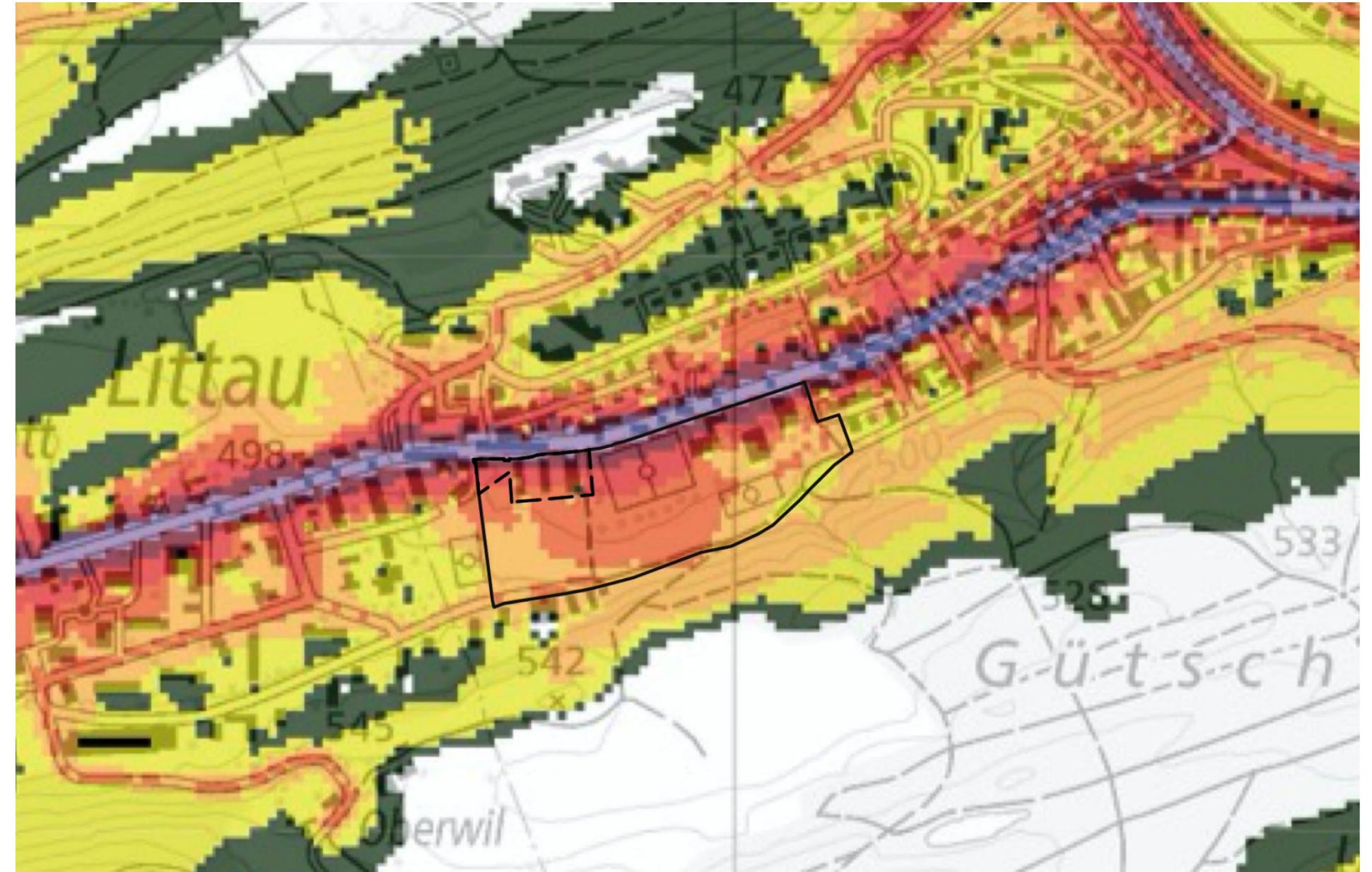
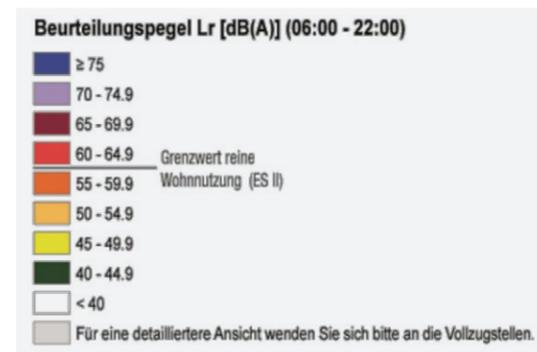
Die relevante Lärmquelle ist der Strassenverkehr der Luzernerstrasse (Kantonsstrasse). Mit einem durchschnittlichen täglichen Verkehr von 14 190 Fahrzeugen pro Tag erzeugt der Verkehr eine prognostizierte Lärmemission von 79.9 dB(A) am Tag resp. von 74 dB(A) in der Nacht. Bei den Bestandesbauten auf den Grundstücken 871, 872, 873, 874 und 876 wird der hier massgebende Immissionsgrenzwerte der Empfindlichkeitsstufe II überschritten. An den Fassaden unmittelbar an der Strasse wird der Grenzwert am Tag um ca. 3 dB(A) und in der Nacht um ca. 8 dB(A) überschritten. An den nach Osten orientierten Fassaden der zweiten Bautiefe wird der Grenzwert am Tag knapp eingehalten und in der Nacht um ca. 3,5 dB(A) überschritten.

Für den rückwärtigen Bereich kann erwartet werden, dass mit einfachen Massnahmen (vermehrt geschlossene Bauweise entlang der Strasse, Einhaltung von gewissen Abständen der Neubauten zur Strasse) die Einhaltung der Immissionsgrenzwerte erreicht werden kann. Aufgrund der vielen Rückmeldungen aus der Quartierbevölkerung sollte eine Reduktion der zulässigen Höchstgeschwindigkeit auf Tempo 30 km/h geprüft werden. Eine solche Reduktion der signalisierten Geschwindigkeit hätte einen positiven Effekt auf die Lärmemissionen und damit auch auf die Immissionen der Gebäude in der ersten Bautiefe.



Strassenlärmkataster 2018 (Geoinformation Kanton Luzern, <https://www.geo.lu.ch/map/strassenlaerm/>)

(rechts) Lärmbelastung durch Strassenverkehr (Lr\_Tag) (Bundesamt für Umwelt BAFU, <https://map.geo.admin.ch>, letzter Zugriff am 06.04.2021)



## 2.3 Stakeholder-Gespräche Quartier

Zur Evaluierung der Bedürfnisse und Bedenken aus dem Quartier wurden 15 Einzelgespräche zwischen der Stadt Luzern, dem Planungsteam, sowie Vertretern der jeweiligen Anspruchsgruppe geführt (siehe 1.3 Vorgehen). Die Gespräche sind anhand des Leitfadens «Gebietsentwicklung Grenzhof, Luzern, Erkennen von Identitäten, Entwicklungs-Motiven und Bedürfnissen: Der Leitfaden zur Durchführung qualitativer Stakeholder-Interviews» durchgeführt worden.

Folgend, thematisch gegliedert, die Zusammenfassung der Rückmeldungen.

### Quartier und Nachbarschaft

- Quartier im Wandel; früher viele Geschäfte, lebendig, persönlich. Heute eher unruhig und anonymer.
- Viel preisgünstige Wohnungen vorhanden. Das Quartier ist international zusammengesetzt und weist viele Kinder auf.
- In der Aussenperspektive gibt es Vorbehalte zur Bernstrasse als Wohngebiet. Ein Wandel des Images braucht Zeit, ist aber im Gange.
- Durchgangsquartier mit hoher Fluktuation aufgrund der Verkehrsbelastung und dem hohen Anteil der ausländischen Bevölkerung.
- Die ehemalige Schulanlage Grenzhof wird als Zentrum des Quartiers wahrgenommen. Die ausgebaute Schule Rönningmoos wird aus der Perspektive der Bern-/Baslerstrasse nicht diese Funktion übernehmen (Distanz).

### Mobilität, Erschliessung und Wegeverbindungen

- Die Kantonsstrasse mit dem hohen Verkehrsaufkommen, der Geschwindigkeit, aber auch mit dem Stau im Bereich Kreuzstutz ist das grösste Problem des Quartiers. Sie trennt das Quartier, sie ist laut und gefährlich (Schulweg). Es besteht ein grosser Handlungsbedarf.
- Für den Veloverkehr ist eine alternative Veloachse anzubieten.
- Gut ist die Anbindung mit dem Bus an die Innenstadt und Littau Dorf.
- Eine gute Durchwegung im Perimeter, vor allem auch für die Schüler und Schülerinnen in Richtung Schule Rönningmoos, ist wichtig.

- Es fehlen Parkplätze, insbesondere für das Gewerbe.

### Gewerbe und spezielle Nutzungen

- Bei den (kommerziellen) Gewerberäumen gibt es einen hohen Leerstand.
- Der Bedarf an kommerziellen Nutzungen wird mit der Gebietsentwicklung zunehmen.
- Es fehlen quartiersbezogene Nutzungen. Erwünscht wären Angebote im Bereich Physiotherapie, Medizin/Spitex, kleine Lebensmittelläden und Bäckereien, Velomechaniker und Wohnateliers.

### Freiräume

- Viele QuartierbewohnerInnen wohnen in engen Verhältnissen. Darum wünscht man sich bei der Entwicklung die Schaffung öffentlicher Freiräume für den Rückzug, zur Bewegung, als Spielplatz oder einfach als Verbindungen.
- Der bestehende Spielplatz Grenzhof (und das Engagement dieser Gruppe) wird sehr geschätzt und der Platz liegt ideal.
- Es fehlt eine öffentliche WC-Anlage.
- Der Wald ist ein wichtiger Naherholungsort und die Nähe dazu ist ein Standortvorteil.
- Eine Vernetzung der Grünräume ist wichtig. Zu beachten ist, dass die Wiese auch von den Wildtieren genutzt wird.

### Grenzhof allgemein

- Der Grenzhof ist nicht (mehr) die Grenze zwischen Luzern und Littau sondern der verbindende Teil.
- Das Gelände ist aber eine Art «Zwischenraum». Es ist weder Stadt noch Dorf. Liegt es dazwischen oder mitten drin?
- Das Areal ist/wirkt öffentlich, was sehr geschätzt wird. Es hat ein grosses Potenzial für quartierbezogene Nutzungen.
- Für das Wohnen ist das Grenzhofgebiet im Vergleich mit den weiter östlich gelegenen Arealen deutlich offener, heller, ruhiger und liegt näher am Wald (Naherholung).
- Zu beachten ist der Schattenwurf am Hang.

### Schulbetrieb

- Durch die Konzentration der Schule im Rönningmoos entstehen für die Kinder aus dem Quartier Basel-/Bernstrasse längere Schulwege.
- In der neuen Schulanlage Rönningmoos entsteht eine neue Bibliothek, eine Aula, eine Dreifachturnhalle und es sind genügend Reserven eingeplant.

### Gebäudebestand der ehemaligen Schulanlage Grenzhof

- Die Anlage ist ein Identifikationsort für das Quartier. Vor allem die Durchlässigkeit und die vielen Freiräume sind ideal. Besonders geschätzt werden die überdachten Aussenbereiche die eine wetterunabhängige Nutzung der Anlage für Quartieranlässe gewährleisten.
- Die Anlage ist ein Treffpunkt, ein Festplatz (Stichwort: «Landsgemeindeplatz») und ein geschätzter Ort der Öffentlichkeit.
- Zum Umgang mit den Bauten gibt es im Quartier kontroverse Meinungen. Insbesondere für die Jüngeren sind die Gebäude weniger wichtig als für die Älteren.
- Ein Erhalt ist nur dann sinnvoll, wenn die Schadstoffe eliminiert werden können. Alles stehen lassen erscheint als nicht zielführend. Ist der Abriss von Allem eine verpasste Chance? Eine Entwicklung im gesamten Gebiet zu ermöglichen ist wichtiger als der Erhalt der Gebäude.

### Spielfeld

- Das Spielfeld ist ein wichtiger Treffpunkt für das Quartier.
- Es gibt wenig bis gar keine Lärm-Reklamationen.
- Der Nutzungsdruck ist gross, der Naturrasen wird diesem Druck nicht mehr gerecht.
- Es fehlen Räume für den Fussballclub sowie Parkplätze für die Nutzer und Nutzerinnen.
- Fusswege zum Rönningmoos sind wichtig.

### Potenziale, Wünsche und Bedenken der Stakeholder

Gemäss den Aussagen der Stakeholder sollte im Allgemeinen mit der Entwicklung die "Grenze" zwischen Luzern und Littau weiter aufgeweicht und Verbindungen zu den umliegenden (Neubau-)Siedlungen geschaffen werden. Die Nähe zur Natur und zur Naherholung sei zu stärken sowie die ökologische Vernetzung zu verbessern. Einzelne befürchten, dass eine zu hohe bauliche Dichte entstehen könnte.

Das geplante Wohnraumangebot sollte die soziale Mischung im Quartier verbessern und dazu führen, dass insbesondere Familien im Quartier bleiben resp. ins Quartier ziehen könnten. Neben preisgünstigem Wohnraum sind auch alternative Wohnformen denkbar. Von einzelnen Stakeholdern wird auch angeregt, dass Wohnungen im Eigentum ein gutes Mittel gegen die hohe Fluktuation darstellen könnten.

Die ehemalige Schulanlage Grenzhof soll ein «Ort der Öffentlichkeit», ein Herz des Quartiers werden. Damit wird im Verständnis der Stakeholder ein Angebot an öffentlichen Plätzen und ein Treffpunkt für unterschiedliche Kulturen gemeint. Wichtig dazu seien Räume für Treffen und Anlässe (inkl. Gemeinschaftsküche, Lagerraum für Mobiliar) aber auch für Nutzungen wie Quartierberatung/Kultur/Integration/Sprachunterricht, Werkstätten und Proberäume für Tanz/Musik/Theater sowie Ateliers/Coworking-Angebote. Ergänzend wird auch der Wunsch nach Kindergarten und -krippen, Infrastrukturen (Innen und Aussen) für das Ausüben von Sport und Spiel genannt sowie die Frage gestellt, ob ein Wochenmarkt funktionieren könnte. Zwingend zu berücksichtigen sei eine öffentlich zugängliche WC-Anlage.

Zur Bern-/Luzernerstrasse gibt es den folgend formulierten Wunsch: Die Umgestaltung zu einem siedlungsverträglichen Strassenraum mit Tempo 30 im Bereich des Quartierzentrums, resp. dem Ort der Öffentlichkeit. Generell sind Bedenken vorhanden, dass die Entwicklung zu einer weiterem Zunahme des Strassenverkehrs führen könnte. Wenn immer möglich, sollte die Erschliessung der geplanten Wohngebiete nicht durch die Quartiere erfolgen. Einzelne Stakeholder wünschen sich die Förderung der Elektromobilität und die Planung von Stellplätzen mit Ladestationen.

Die planerische und bauliche Veränderung soll mit einer aktiven Kommunikation und Information der Bevölkerung begleitet werden.

## 2.4 Bedürfnisanalyse Kinder und Jugendliche

### Analyse-Methode

Die Quartierarbeit hat auf Basis des Leitfadens der Stadtplanung «Gebietsentwicklung Grenzhof, Luzern, Erkennen von Identitäten, Entwicklungs-Motiven und Bedürfnissen: Der Leitfaden zur Durchführung qualitativer Stakeholder-Interviews» einen Workshop für Kinder und Jugendliche entwickelt. Dieser wurde in 3 Teile aufgebaut: Nutzungen und Sektorenbewertung, erwünschte Entwicklung, Anbindung und Erschliessung.

Befragt wurden 48 Kinder in zehn Gruppen aus den Schulhäusern Rönrimoos und Grenzhof sowie in zwei Gruppen 15 Jugendliche.

### Interpretation der Resultate und Empfehlung der Quartierarbeit

Die Entwicklung des Gebiets Grenzhof bietet auch für Kinder und Jugendliche grosse Chancen. Im Moment mit dem Schulareal und dem Spielplatz sind sie wohl die wichtigste Nutzer- und Nutzerinnengruppe. Weil es auch im grösseren Umfeld das einzige grössere Gebiet ist, in dem Kinder gefahrenfrei auf eine attraktive Spielumgebung stossen, empfiehlt die Quartierarbeit dieser Bevölkerungsgruppe in der Planung grosse Aufmerksamkeit zu schenken.

Konkret bezogen auf die Entwicklung im Grenzhof ist die Topografie rund um die alte Schulanlage und auf dem Spielplatz hervorzuheben. Auch die daraus entstehenden Verstecke und Nischen sind für viele Kinderspiele wichtig und wertvoll. Deren Wichtigkeit kommt auch in den Gesprächen mit Jugendlichen hervor. Auch sie suchen Nischen und Verstecke, ruhige Orte um sich aufzuhalten. Dass der ganze Innenbereich des Gebiets verkehrsfrei ist, trägt zur Gefahrllosigkeit und Zugänglichkeit bei und soll, wenn immer möglich, erhalten bleiben. Die bestehenden Sportanlagen (Basketballplatz, Uefafussballplatz, Volleyballfeld) ermöglichen gemeinsam mit der attraktiven Topografie das «Bewegen und Austoben», die Naturinseln und der Waldrand das «Erleben und Beobachten». «Treffen und Begegnen» ist im Moment möglich, könnte aber noch ausgebaut werden. Auch Jugendlichen treffen sich auf dem ehemaligen Schulareal und auf dem Spielplatz. Sie erleben wiederkehrend Konflikte mit Eltern von kleineren Kindern, Hauswarten und Spaziergängerinnen und Spaziergänger. Sie wünschen sich hier akzeptiert zu werden.

Betreffend Gestaltungs- und Veränderungsmöglichkeiten war bis anhin nicht viel zu machen. Die positiven Eigenschaften des Gebiets sollen, wenn immer möglich erhalten bleiben.

Der Bereich der Wiesenböschung wird bis anhin kaum von Kindern benutzt. Dort wird ein Entwicklungspotential verortet.

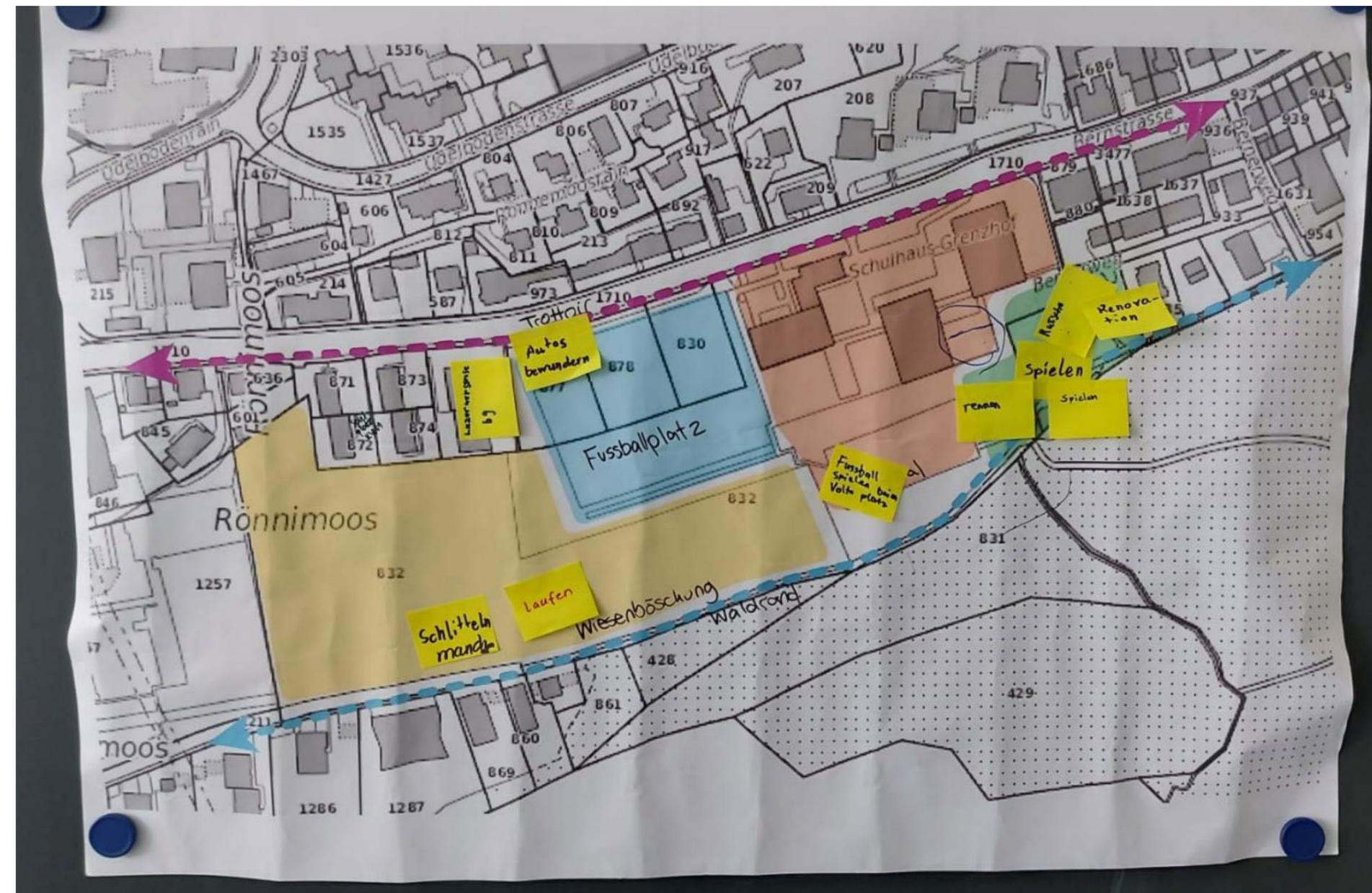
Bei der Befragung nach den Entwicklungsschwerpunkten fällt auf, dass sich die Kinder vor allem für die zwei Schwerpunkte Gastronomie und Einkaufsmöglichkeiten ausgesprochen haben. Bei den Nachfragen, was sie sich genau wünschen, sind dann aber mehr Nennungen im Bereich der Sportplätze, öffentlichen Plätze und Spielplätze gekommen. Auch waren die Entwicklungsideen in diesen Bereichen realistischer als jene in der Gastronomie und beim Einkauf. Hier ist auch zu erwähnen, dass die Kinder zwar gerne attraktive (Konsum-) Angebote hätten, sich aber auch wünschen, dass nicht zu viele auswärtige Personen in das Quartier kommen. Aus Sicht der Quartierarbeit spricht das für eine Entwicklung, die vor allem den Bedürfnissen des Quartiers entspricht.

Neben den drei bestehenden Sportfeldern erfreut sich auch der Verkehrsgarten über eine grosse Beliebtheit. Sollte dieser nicht erhalten werden, bleibt abzuklären, ob dieser evtl. im Rönrimoos ersetzt werden könnte. Eine Erweiterung der frei zugänglichen Sportanlagen im Innen- und Aussenbereich ist gewünscht. Die Kinder und Jugendliche wünschen sich, dass das Fussballfeld auch ausserhalb des Vereins oder der Schule genutzt werden kann. Um die erwünschten Angebote im Innenbereich zu schaffen, sind evtl. auch betreute Freizeitangebote zu schaffen.

Die bestehenden Gebäude bieten einen Unterstand und Witterungsschutz, welcher für Kinder und Jugendliche wichtig ist (um auch bei schlechtem Wetter den beengten Wohnverhältnissen entfliehen zu können).

Auch wenn die Kinder Wohnen nicht als primäres Bedürfnis genannt haben ist dies auf dem Gebiet sicher möglich. Dabei ist darauf zu achten, dass der öffentliche Charakter des ganzen Areals erhalten bleibt. Gelingt dies im Bereich der neuen Wohnsiedlung, kann die Entwicklung auch für Kinder ein Gewinn sein.

Siehe «Analysebericht Gebietsentwicklung Grenzhof. Bedürfnisanalyse Kinder und Jugendliche», Quartierarbeit Littau und Basel-, Bernstrasse, Mai 2021



### 3 Schlüsselemente

#### 3.1 Ehemalige Schulanlage Grenzhof

##### Begründung der Aufgabe des Schulstandorts

Die aktuelle städtische Schulraumplanung legt dar, dass der Schulraumbedarf in der Umgebung Grenzhof durch das Rönniemoos-Schulhaus langfristig komplett gedeckt werden kann. Es bestehen zudem schulbetriebliche Vorteile durch die Konzentration der Schulnutzung auf dem Rönniemoos-Areal. Das Grenzhofschulhaus ist daher auch langfristig nicht mehr für die Schulnutzung vorgesehen.

Im aktuellen gesamtstädtischen Schulraumbericht (B 36 vom 9. Dezember 2020) wurden die Schüler- und Abteilungszahlen für die Stadtbereiche Littau und Reussbühl validiert. Der Sanierungsbedarf der Schulanlagen in diesen Stadtbereichen wurde nach ihrer Dringlichkeit priorisiert. Während in der Planungsperiode der Jahre 2021 bis 2025 das Schulhaus Littau Dorf und der Neubau Rönniemoos im Zentrum der Betrachtung stehen, werden im Zeitraum der Jahre 2025 bis 2035 die grossen Schulanlagen Rönniemoos, Fluhmühle, Matt und Ruopigen saniert. Da somit innerhalb von rund 15 Jahren alle Schulanlagen erneuert werden, stehen anschliessend bis im Jahr 2045 keine grösseren Schulbau- und Sanierungsprojekte mehr an.

Der zusätzliche Schulraum, welcher durch die Siedlungsentwicklung im Umfeld voraussichtlich benötigt wird, wird mit der Erweiterung der Schulanlagen Littau Dorf und Rönniemoos bereitgestellt. Erfolgt eine stärkere Zunahme, ist bei der Schulanlage Rönniemoos bereits die Option einer Aufstockung eingeplant.

Bis die Neubauten in der Schulanlage Rönniemoos zur Nutzung bereitstehen, werden die Schülerinnen und Schüler der ehemaligen Schulanlage Grenzhof in einem Provisorium unterrichtet, welches sich oberhalb der ehemaligen Schulanlage Grenzhof befindet. Dieses modular aufgebaute Gebäude wird anschliessend an diesem Standort für weitere Sanierungen als Provisorium genutzt und voraussichtlich 2038/2039 an einen neuen Standort versetzt.

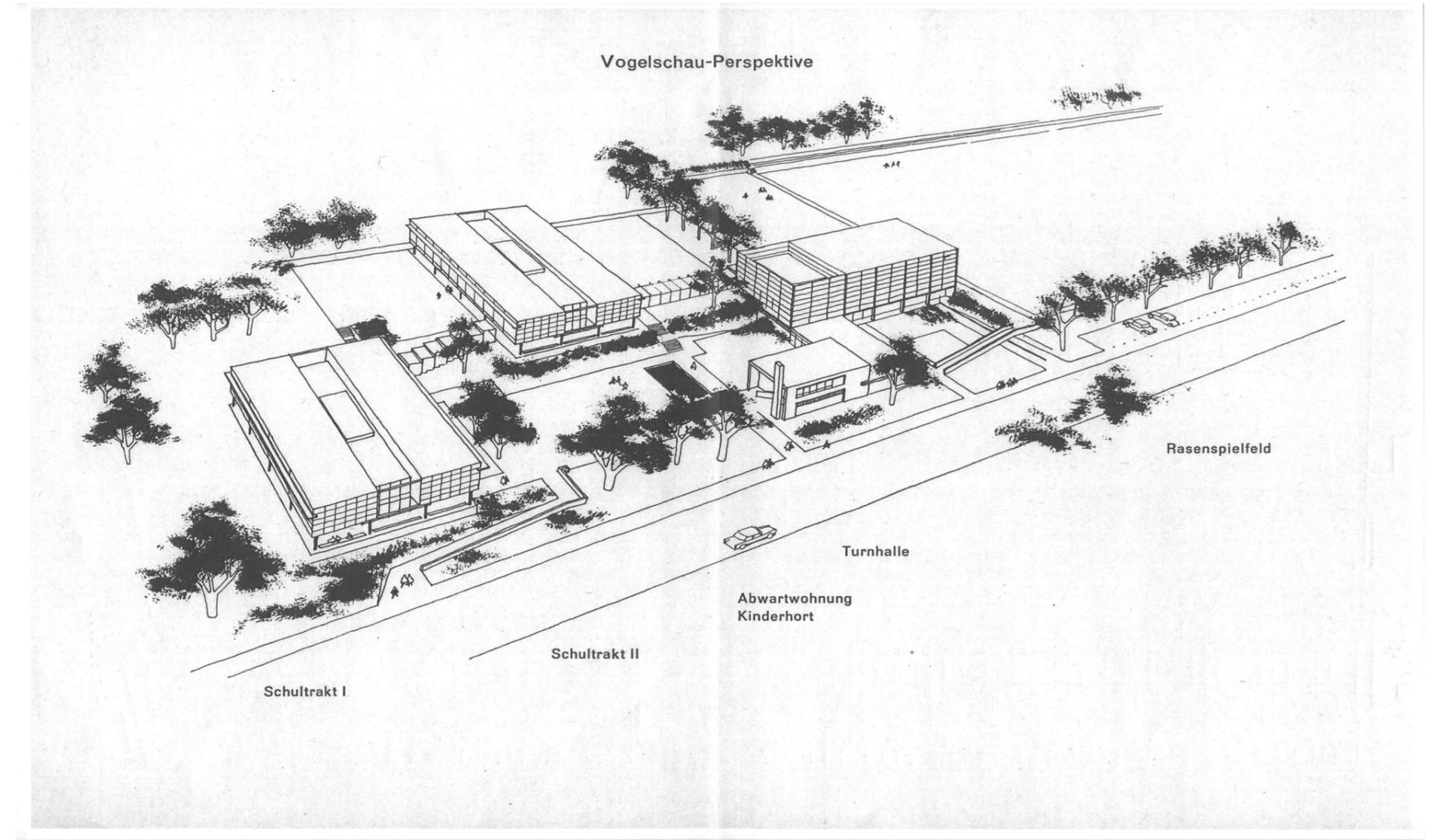
##### Würdigung der Anlage

Die Anlage wird u.a. in einer Publikation von This Oberhänsli («Vom Eselstall zum Pavillon-schulhaus. Volksschulhausbauten anhand ausgewählter Luzerner Beispiele zwischen 1850 und 1950», Luzern 1996, S. 252) erwähnt und ist Gegenstand eines Denkmalpflegerischen Gutachtens (Michael Hanak im Auftrag von Denkmalpflege Kanton Luzern, Oktober 2016). Zusätzlich wurde für die vorliegende Studie den Bestand im Stadtarchiv Luzern sowie den bei Daniel Hodel aufbewahrten Nachlass gesichtet.

Die (Schul-)Anlage ist von 1964 bis 1967 nach Plänen der Architekten Friedrich E. Hodel und Hans U. Gübelin erstellt worden. Die Bauten sind 1995 (unter Mitwirkung von Friedrich E. Hodel) und 2001 saniert und verändert worden. Das Raumprogramm umfasst zwei identische Schultrakte (Pavillon 1 und 2), einen Turnhallentrakt, den Wohn- und Kindergartentrakt sowie die Spiel- und Sportflächen. Insgesamt wurden damit 15 Klassenzimmer, 5 Zimmer für Werken und Handarbeiten, ein Kinderhort, ein Kindergarten, eine Turnhalle, ein Singsaal, eine Bibliothek sowie die entsprechenden Nebenräume realisiert. In der Aufgliederung der Bauten und Aussenräume auf unterschiedliche Terrassen erreicht die pavillonartige Anlage mit Ensemble-Charakter eine hohe städtebauliche Qualität. Der Ensemble-Charakter wird einerseits durch die Architektur gestärkt, aber auch wieder unterlaufen: Die zwei identischen Pavillons sind klar ein Ensemble, die Turnhalle nimmt die wesentlichen architektonischen Elemente auf und ergänzt das Ensemble, der Wohn- und Kindergartentrakt ist dezidiert anderst (programmatisch wie auch architektonisch).

Durch die flache Bauweise, die sorgfältige Einordnung ins Terrain und durch die transparenten Anteile in den Erd- und Obergeschossen wirkt die Anlage leicht und durchlässig. Das charakteristische Zusammenspiel von Gebäude und Freiraum wird durch die verglasten Erdgeschosse und die Kolonnaden weiter gestärkt. Es ergibt sich eine Verklammerung von Innen und Aussen. Die durch die industrielle Elementbauweise geprägte Gestaltung der Baukörper zeigt in der Gliederung, in der Rasterung der Gebäudehülle und bei der Proportionierung sehr hohe architektonische Qualitäten.

Neben den städtebaulich-architektonische Qualitäten weist die Anlage auch landschaftsarchitektonische Werte auf. Um ein besseres Verständnis für die Aussenanlage zu entwickeln, wurde der stadtluzerner Landschaftsarchitekt Stepfan Koepfli für eine informelle Einschätzung angefragt. Koepfli ist ein ausgewiesener Kenner landschaftsarchitektonischer Anlagen



Isometrie der Schulanlage Grenzhof (Stadtarchiv Luzern, B3\_23\_A389-01-D.tif)

des 20. Jahrhunderts und hat im Grenzhof auch schon Führungen zum Thema organisiert. Gemäss seiner Einschätzung handelt es sich um eines der spannendsten Projekte hinsichtlich dem Umgang der Moderne mit Landschaft und Freiraum. In seiner Notitz schreibt er, dass die Pflanzenwahl atmosphärisch ist und dem Zeitgeist, aber keinem klaren Konzept folgt, was den Reiz der Anlage allerdings nicht wirklich schmälert, denn der Architekt ist hier der wirkliche Landschaftsarchitekt. Aufgrund der Quellenrecherche ist anzunehmen, dass kein Landschaftsarchitekt mitgewirkt hat. Gemäss Koepfli gibt es Indizien, dass sich die Architekten von einem Gärtner oder Baumschulisten beraten liessen, was in der Zeit nicht unüblich war.

Die Schulanlage Grenzhof erfüllt die denkmalpflegerischen Anforderungen an ein Schutzobjekt. Gemäss Entscheid des Bildungs- und Kulturdepartements des Kantons Luzern vom 8. Juni 2020 ist eine Unterschutzstellung (inkl. teilweise Unterschutzstellung) nicht zumutbar.

### Haltung Stadt Luzern

Die Gebäudesubstanz der Schulanlage Grenzhof ist stark schadstoffbelastet. In verschiedenen Messungen wurden wiederholt erhöhte Belastungen mit Naphtalin festgestellt. Der Stadtrat hat deshalb entschieden, den Schulbetrieb einzustellen resp. in das Provisorium umzusiedeln. 2018 hat die kantonale Dienststelle für Hochschulbildung und Kultur beantragt, die Schulanlage unter Denkmalschutz zu stellen. Die Stadt Luzern legte dagegen Beschwerde ein und bekam Recht. Die Unterschutzstellung wurde im Juni 2020 mit Entscheid des Bildungs- und Kulturdepartements des Kantons Luzern aufgehoben. Dieser Entscheid erwuchs in Rechtskraft. In seiner Interessenabwägung gewichtete das Departement die von der Stadt Luzern angeführten öffentlichen Interessen (hohe Kosten und Unsicherheiten bei der Schadstoffsanierung, Zusammenführen der Schulen auf dem Areal Rönningmoos, Förderung des gemeinnützigen Wohnungsbaus) höher als das öffentliche Interesse am Erhalt der Schulanlage als Baudenkmal. Im Entscheid des kantonalen Bildungs- und Kulturdepartements gegen die Unterschutzstellung der Anlage wird dargelegt, dass die langfristige Beseitigung der unbestritten vorhandenen Schadstoffe mit grossen Unsicherheiten verbunden ist: «Ob eine Schadstoffsanierung technisch möglich ist, kann nicht mit der erforderlichen Sicherheit festgestellt werden. Auch die Höhe der Sanierungskosten lässt sich nicht abschliessend ermitteln. Diese Unsicherheiten sind im Rahmen der Interessenabwägung zu berücksichtigen» (Entscheid Bildungs- und Kulturdepartement des Kantons Luzern vom 8. Juni 2020 auf Verwaltungsbeschwerde der Stadt Luzern vom 10. September 2018, S. 32).

Der Stadtrat strebt für die städtischen Gebäude langfristig Schadstofffreiheit an. Da sich dies realistischerweise nicht sofort im Bestand umsetzen lässt, ist es umso wichtiger, dass zumindest nach Totalsanierungen Schadstofffreiheit gewährleistet wird. Untersuchungen in der Anlage Grenzhof haben gezeigt, dass das Entfernen der Primärquelle (in Teeröl getränkte Korkschüttungen) in den Zwischenböden Schadstoffe in der Innenluft reduziert. Da sich allerdings die Schadstoffe über Jahrzehnte im Beton eingelagert haben, ist selbst nach dem Rückbau von grossen Teilen der tragenden Betonstrukturen nicht garantiert, dass Emissionen von Schadstoffen in die Raumluft dauerhaft unterdrückt werden. Es ist davon auszugehen, dass nach einer Betonsanierung Lüftungsanlagen eingebaut werden müssten, die wegen des hohen Luftwechsels und der damit verbundenen Lärmimmissionen die Nutzungsmöglichkeiten stark einschränken würden. Hinzu kommt, dass neben der Schadstoffsanierung auch grosse Eingriffe unter anderem zur hindernisfreien Erschliessung der Anlage, zur energetischen Sanierung, zur Feuchtigkeitsbeseitigung, zur Erdbebenertüchtigung und zur Umsetzung feuerpolizeilicher Auflagen nötig wären. Dadurch würden nach all diesen Eingriffen die Gebäude so stark verändert werden, dass ein Erhalt der ursprünglichen Bausubstanz nicht mehr gegeben wäre.

Aus diesen Gründen erachtet der Stadtrat den Erhalt der Gebäudesubstanz der ehemaligen Schulanlage als nicht verhältnismässig. Die Gebäude, insbesondere die am stärksten schadstoffbelasteten Pavillons 1 und 2, sollen daher für die künftige Entwicklung rückgebaut werden. Ob einzelne Bauteile, die von den Schadstoffen nicht belastet sind, wiederverwendet werden können, soll im Rahmen des Wettbewerbs offen gelassen werden.

Aufgrund des hohen stadträumlichen Werts der ehemaligen Schulanlage Grenzhof ist es dem Stadtrat wichtig, dass die Neubauten im Einklang mit dem künftigen Nutzungskonzept und mit sorgfältiger Einordnung in die Freiraumstruktur der Anlage erstellt werden. Eine zentrale Rahmenbedingung der vorbereitenden Studien zur Entwicklung des Areals (städtebauliche Entwicklungsstudie und Machbarkeitsstudie) ist deshalb, dass die Freiraumstruktur sowie der Baumbestand so weit möglich erhalten werden. Vorhandene Qualitäten der Gebäudeanordnung sowie der generelle Charakter der Anlage (Zusammenspiel Gebäudevolumen und Aussenraum, offene Erdgeschosse, öffentliche Nutzung etc.) sind genau zu analysieren und wo sinnvoll in ein neues Konzept zu überführen.



Aussenansicht des Schultrakts; Fotografie: Hans Eggermann, 1967  
(Stadtarchiv Luzern, F2a\_PERIPHERIE\_18-02-D.tif)



Ansicht der Schulanlage Grenzhof von oben; Fotografie: Hans Eggermann, 1967  
(Stadtarchiv Luzern, F2a\_PERIPHERIE\_18-01-D.tif)

### Haltung der Fachverbände (SIA, BSA, IHS, SWB)

Im Rahmen der durchgeführten Stakeholder- und Tischgespräche haben die involvierten Fachverbände die Rahmenbedingungen und Voraussetzungen stark kritisiert. Die Schulraumplanung wird in Zusammenhang mit der Siedlungsentwicklung angezweifelt respektive es wird der Erhalt des Schul-Standorts Grenzhof im Sinne einer langfristigen Flexibilität gefordert. Insgesamt wird eine Richtungskorrektur in der Gesamtplanung Grenzhof-Rönnimoos verlangt. Ein Abbruch der Gebäude, insbesondere der beiden Pavillons, ist für die Fachverbände inakzeptabel. Die Argumente der Stadt (Unsicherheiten in der Sanierbarkeit, Verhältnismässigkeit in Anbetracht notwendiger Umbauten etc.) können sie nicht nachvollziehen. Anstelle eines Rückbaus und als Grundlage für die Entwicklungsstudie fordern die Fachverbände vertiefte Untersuchungen zur Sanierbarkeit und zur Wirtschaftlichkeit und im Anschluss die Prüfung einer Sanierung oder der Teilsanierung mit Nutzungs-Transformation der Gebäude. Beim Festhalten an der Strategie zum Abriss der bestehenden Gebäudesubstanz äussern die angehörten Fachverbände die klare Absicht, den Gerichtsweg zu beschreiten.

### Haltung des beauftragten Teams

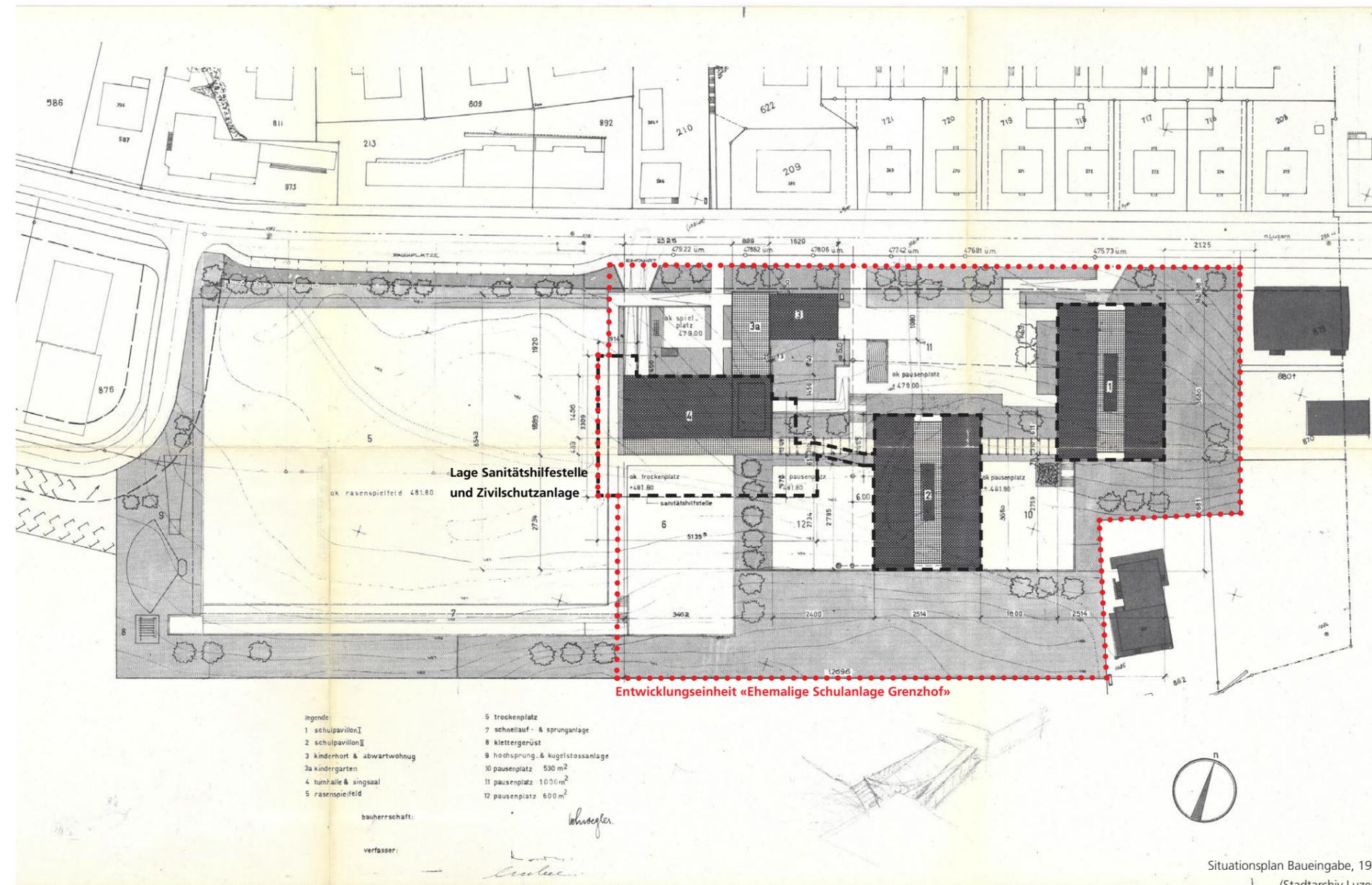
Das mit der Erarbeitung der Entwicklungsstudie beauftragte Team anerkennt die Qualitäten des Bestands und trägt den Entscheid, die Schulnutzung zu verlagern mit. Ob vor dem Hintergrund der Qualitäten des Bestands, der Rückbau der Bauten die einzige Option ist, kann das Team nicht abschliessend einschätzen. Eine detaillierte Prüfung einer (tiefgreifenden) Sanierung mit Nutzungs-Transformation der Gebäude ist der Projektsteuerung empfohlen worden. Die Stadt hat, mit Verweis auf die bereits zahlreich durchgeführten Prüfungen, ihre Haltung bestätigt.

### Fachlicher Umgang mit Interessenskonflikt

Aufgrund des Potenzials, dass die ehemalige Schulanlage Grenzhof Gegenstand eines juristischen Verfahrens wird, wird das Areal der Anlage (exkl. Sportplatz) als unabhängige Entwicklungseinheit definiert. Alle Entwicklungen im Perimeter der Entwicklungsstudie aber ausserhalb des Kernperimeters der ehemaligen Schulanlage sind so zu planen, dass diese das Bau- und Freiraum-Ensemble planerisch und baulich nicht tangieren.

### 3.2 Sanitätshilfestelle und Zivilschutzanlage

In den Untergeschossen der beiden Pavillons sowie unterhalb der Turnhalle und des Pausenplatzes befindet sich eine Sanitätshilfestelle mit Zivilschutzanlage. Gemäss Auskunft des Zivilschutzes wird die gesamte Anlage in Notfall-Lagen benutzt. Die Anlage unter der Turnhalle und dem Pavillon 2 ist im kantonalen Schutzraumverzeichnis erfasst. Um die heutigen Anforderungen zu erfüllen, müsste diese Anlage umgebaut werden. Dabei würde die Sanitätshilfestelle zusätzlich zu einem Schutzraum umgenutzt werden. Bei einem Rückbau der darüberliegenden Grenzhof-Anlage wäre die Eingriffstiefe grösser: die gesamte Anlage müsste mit neuen Zugängen ausgestattet werden. Noch nicht abschliessend geklärt ist der Umgang mit dem Schutzraum unter dem Pavillon 1. Dieser ist nicht im kantonalen Schutzraumverzeichnis erfasst. Ergänzend gilt es festzuhalten, dass die Stadt Luzern über ein Schutzplatzdefizit im Umfang von zirka 17'000 Schutzplätzen verfügt. Die Stadt ist von Gesetzes wegen dazu verpflichtet, das Defizit vollständig zu beheben. Basierend auf diesem Defizit, hat die Baudirektion der Stadt Luzern den Auftrag bei der Abgabe von Grundstücken im Baurecht an die gemeinnützigen Wohnbauträger die Integration von über das gesetzliche Minimum hinausgehenden Schutzplätzen einzufordern.





## 4 Grundstruktur und Szenarien-Ansätze

### 4.1 Grundstruktur

Aufgrund der Auslegeordnung zu den drei Schlüsselementen für die Entwicklung (ehemalige Schulanlage Grenzhof, Sanitätshilfestelle und Zivilschutzanlage sowie Spielfeld) haben sich erste Entscheide zur Disposition der Nutzungen und Anlagen ergeben:

Aufgrund der Möglichkeit, dass die ehemalige Schulanlage Grenzhof Gegenstand eines juristischen Verfahrens wird, wird das Areal der Anlage (exkl. Sportplatz) als unabhängige Entwicklungseinheit definiert.

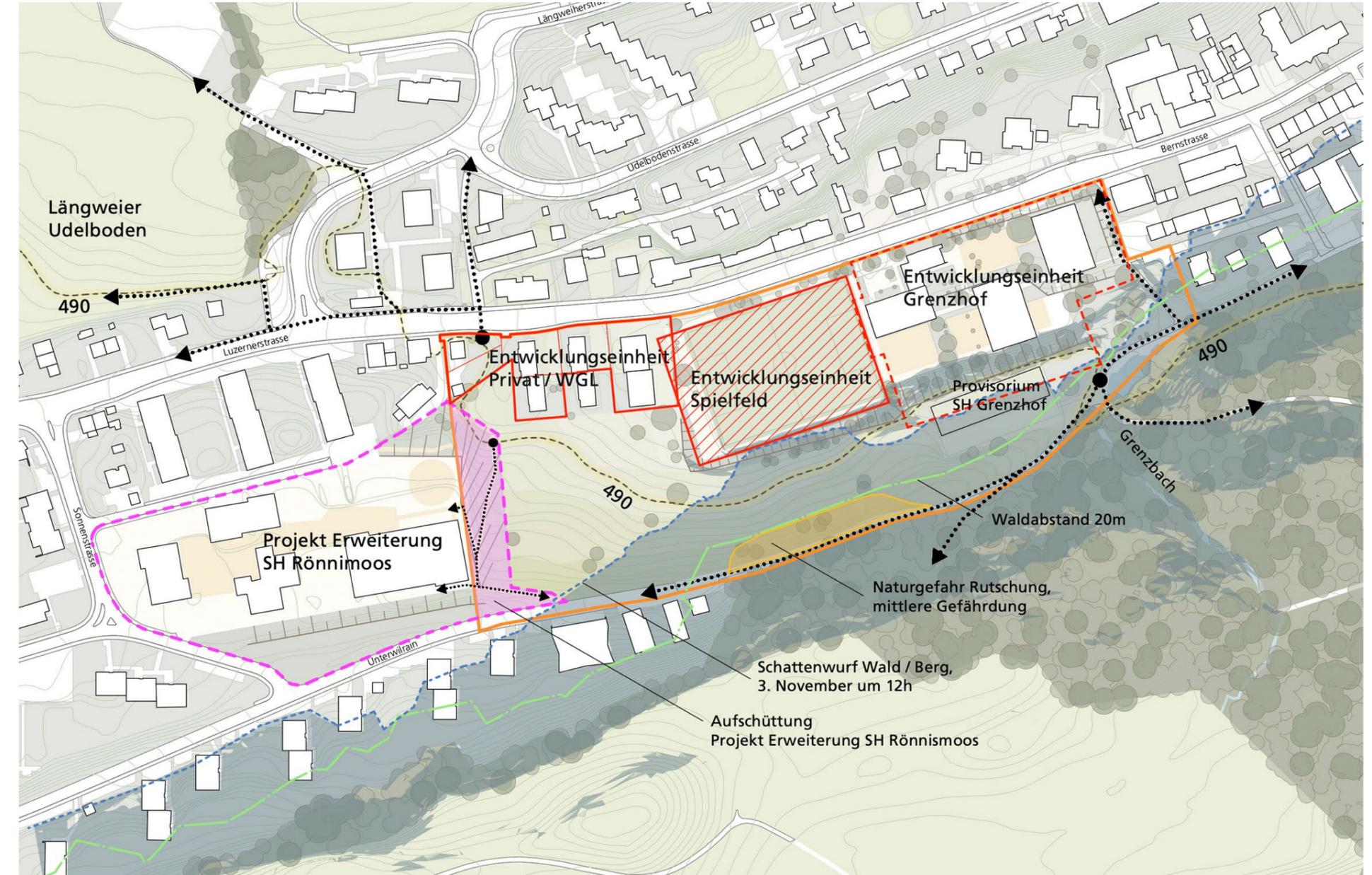
Das neu und grösser anzulegende (Kunstrasen-)Spielfeld wird am bestehenden Standort belassen. Die notwendige Ausdehnung wird nach Westen vorgenommen (Szenario 1) und tangiert damit nur in einem Randbereich privates Grundeigentum..

Eine kooperative Entwicklung Stadt – WGL – Private ermöglicht es, zwischen dem neuen Spielfeld und der Schule Rönrimoos eine weitere Entwicklungseinheit festzulegen.

Am Hang über diesen Einheiten ist die Situation komplex. Hier überlagern sich verschiedene Themen wie:

- Waldabstand
- Flächen mit ökologischen Werten
- Naturgefahr Rutschung
- Schattenwurf durch das Relief und die Vegetation am Nordhang des Sonnenbergs
- Der Standort des Schul-Provisoriums (in Betrieb bis ca. 2039)
- Anpassungen am Geländeverlauf am Westrand des Perimeters durch das Projekt Erweiterung Schulhaus Rönrimoos.

Potenzial und Risiko einer baulichen Entwicklung in dieser Hangzone sind vertieft zu studieren und gegeneinander abzuwägen.



## 4.2 Das Landschaftsgerüst mit dem 490er-Weg

Parallel zur Erarbeitung der dokumentierten Auslegeordnung hat sich auch ein Potenzial des Geländes herauskristallisiert.

Ein schmales Band ungefähr entlang der Höhenlinie 490 m.ü.M. knüpft ideal im Nordwesten und somit im Bereich Luzernerstrasse an die bestehende Bushaltestelle sowie an einen Wegeknoten an. Im Südosten mündet dieser Bereich wiederum in einen Wegeknoten mit Verbindungen in die Naherholungsgebiete Gütschwald und Sonnenberg. Entlang dieser ideellen Verbindungslinie liegen zudem verschiedene ökologisch wertvolle Zonen.

Aus dieser Erkenntnis entspringt die Idee, diese (Höhen-)Linie als öffentliches Freiraumband auszuzeichnen und somit der baulichen Entwicklung ein landschaftliches Rückgrat als Konstante in der Entwicklung zur Verfügung zu stellen. Dieses Rückgrat kann als erster Schritt gebaut werden und soll kompatibel mit allen möglichen Entwicklungs-Szenarien im Umfeld sein. Das landschaftliche Rückgrat wird als öffentlicher Naherholungsraum verstanden und leistet damit einen Beitrag zur Behebung des Defizits an Freiraumversorgung im Quartier. Der in das Rückgrat eingeschriebene Weg (Arbeitstitel: 490er-Weg) ist ein Beitrag zur Netzschliessung beim Fuss- und Veloverkehr (Längweier Udelboden – Luzernerstrasse – Grenzbach – Gütschwald) und ein Puzzleteil der Verknüpfung des Grenzhofs mit dem Rönimoos. Ergänzt mit Fuss- und Veloverkehrsverbindungen Luzernerstrasse – Unterwilrain inkl. schmalen Grünraumkorridoren entsteht das sogenannte Landschaftsgerüst. Dieses Gerüst soll einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Freiraumqualitäten im Quartier leisten und entsprechend ausgebildet werden.



### 4.3 Nutzungsvarianten für die Entwicklungseinheit

#### ehem. Schulanlage Grenzhof

##### Ausgangslage

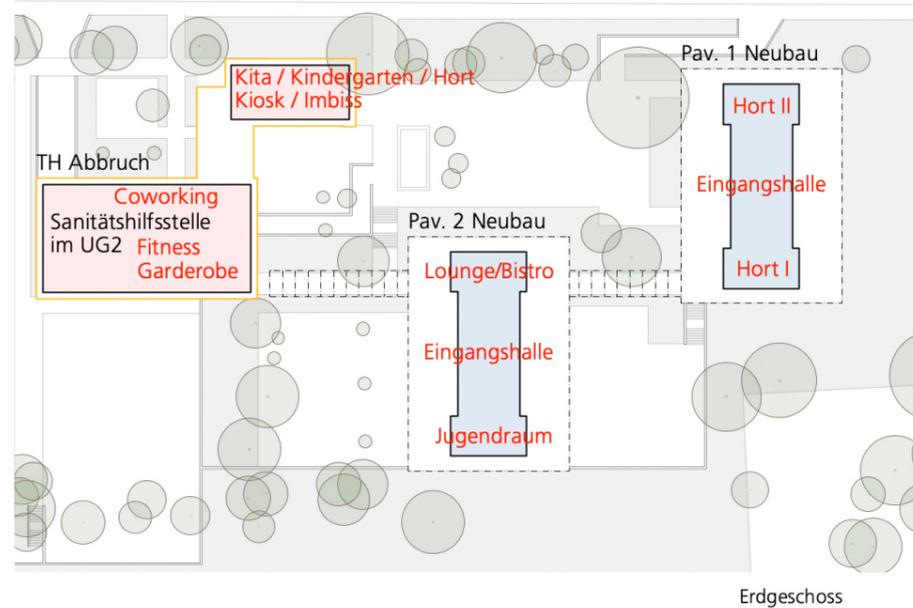
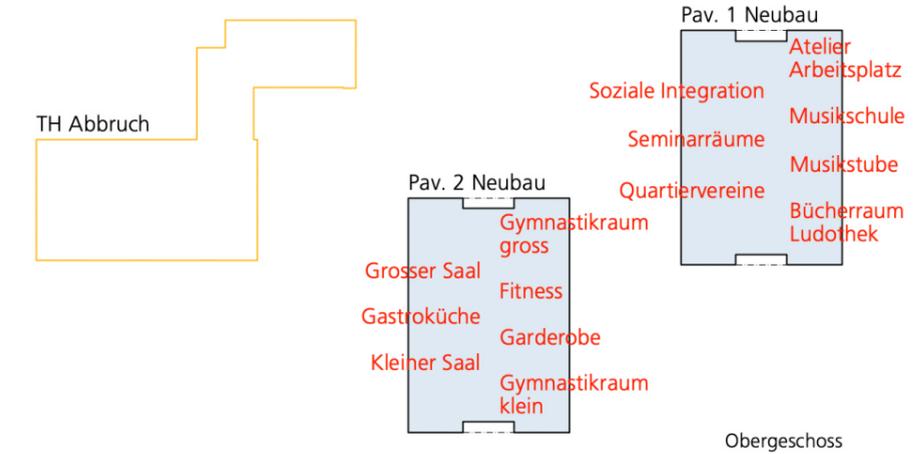
Die Stakeholder-Gespräche Quartier haben u.a. ergeben, dass die ehemalige Schulanlage Grenzhof ein sogenannter «Ort der Öffentlichkeit», ein Herz des Quartiers bleiben resp. werden soll. Damit wird ein Angebot an öffentlichen Plätzen, ein Treffpunkt für unterschiedliche Kulturen inklusive einem Angebot an Räumen für das Quartier, Treffen und Anlässe gemeint. Die Bedürfnis-Analyse Kinder und Jugendliche stützt diese Wünsche und spricht sich für den Erhalt gewisser Angebote (Flächen für Spiel und Sport, überdachte Aussenbereiche) aus.

Basierend auf der Haltung der Stadt zum Umgang mit der ehemaligen Schulanlage Grenzhof sind vier Nutzungsansätze für die Anlage studiert worden. Gemeinsame Grundlage für alle Ansätze ist, die Sanitätshilfestelle mit der Zivilschutzanlage im Untergrund sowie die Freiraumstruktur mit dem Baumbestand so weit möglich zu erhalten. Zudem sollen die vorhandenen Qualitäten der Gebäudeanordnung sowie der generelle Charakter der Anlage wo sinnvoll in das künftige Konzept überführt werden können.

Folgend werden in Stichworten und mittels schematischer Pläne die vier studierten Ansätze kurz vorgestellt. Bei der Prüfung wurde untersucht, inwiefern (gemäss stadtinterner Bedürfnisabklärung) verschiedene Nutzungsmöglichkeiten innerhalb der Fussabdrücke sowie innerhalb der Volumen des Bestandes grundsätzlich umsetzbar wären.

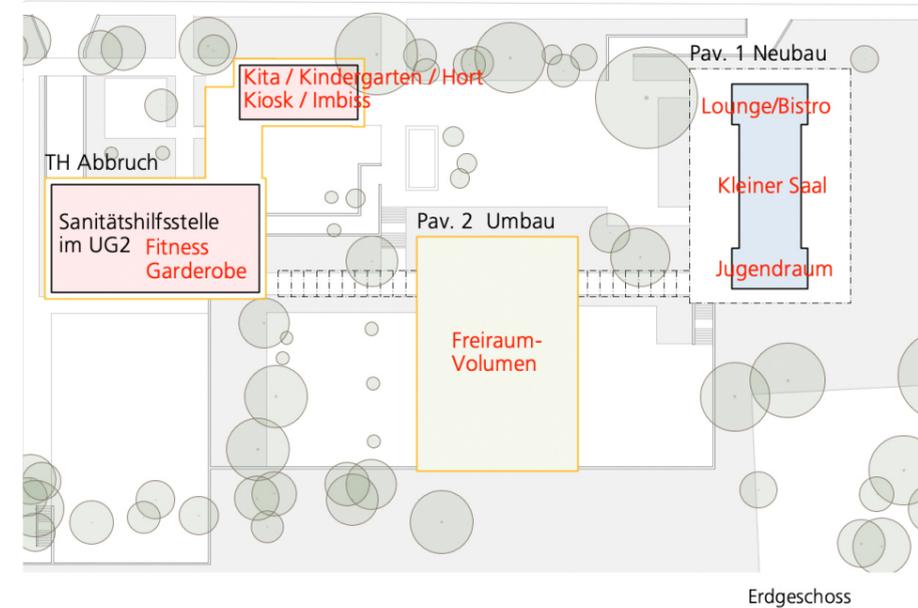
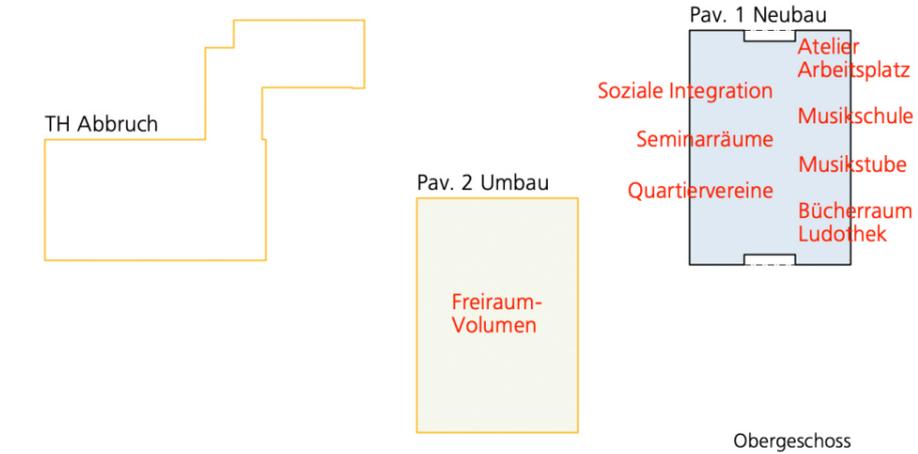
##### Nutzungsansatz A: «Ort der Öffentlichkeit im Sinne eines Gemeinschaftszentrums»

Die Volumen der beiden Pavillons (Neubau) werden bei diesem Ansatz im Sinne eines Gemeinschaftszentrums, wie sie die Stadt Zürich betreibt, genutzt. Die Annexbauten könnten erhalten und ebenfalls umgenutzt oder in neuer Form gebaut werden. Das Studium dieses Ansatzes hat aufgezeigt, dass die Anordnung von ausschliesslich öffentlichen, quartierbezogenen Nutzungen ein Volumen im Ausmass der Pavillons und der Annex-Bauten nicht zu bespielen vermag. Zudem gibt es die dem Ansatz zugrundegelegte Eigentums- und Betriebsform des Gemeinschaftszentrums in der Stadt Luzern nicht.



##### Ansatz B: «Ort der Öffentlichkeit mit Freiraum-Gerüst»

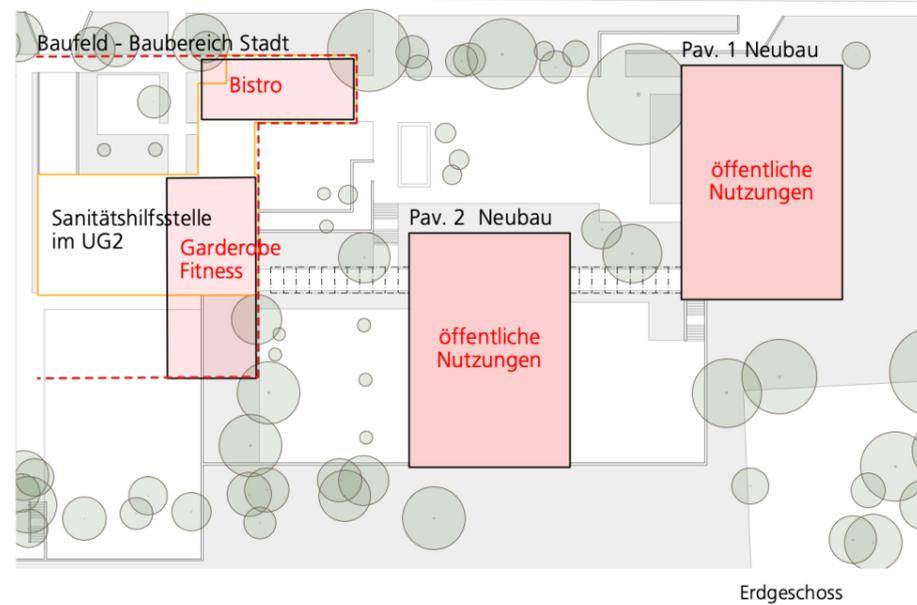
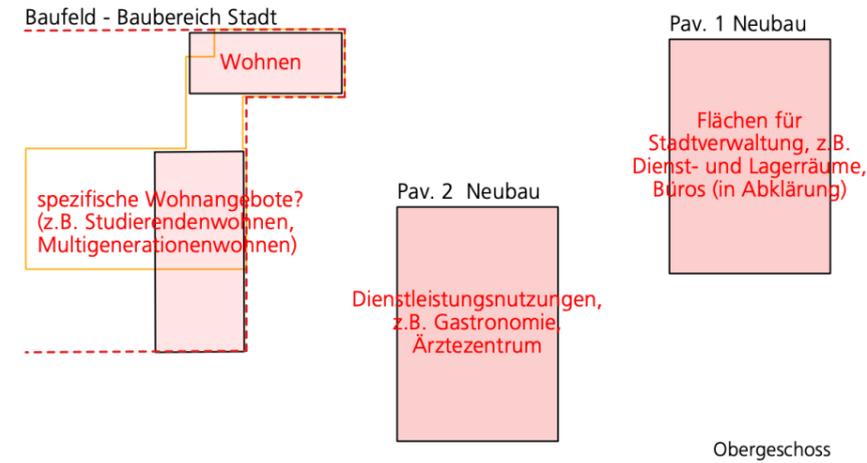
Das Nutzungskonzept ist im Grundsatz dasselbe wie beim Ansatz A. Wobei eine Mischung von öffentlichen Angeboten (Kita, Kindergarten, Sport) mit quartierbezogenen kommerziellen Angeboten (Fitnesscenter, Gastro-Angebot) mit soziokulturellen Angeboten kombiniert wird. Dadurch soll eine bessere Wirtschaftlichkeit erreicht werden. Das zu grosse Flächenangebot des Bestands wird durch den Rückbau des Pavillons 2 bis auf seine Tragstruktur reduziert. Der Pavillon 2 ist dabei als dreidimensionaler Park gedacht (Referenz MFO-Park in Zürich).



### Nutzungsansatz C: «Ort der Öffentlichkeit mit Drittnutzung»

Im Bereich des Annexbaus mit der Turnhalle wird von einem Neubau als städtebauliche Schnittstelle zum neuen Spielfeld ausgegangen.

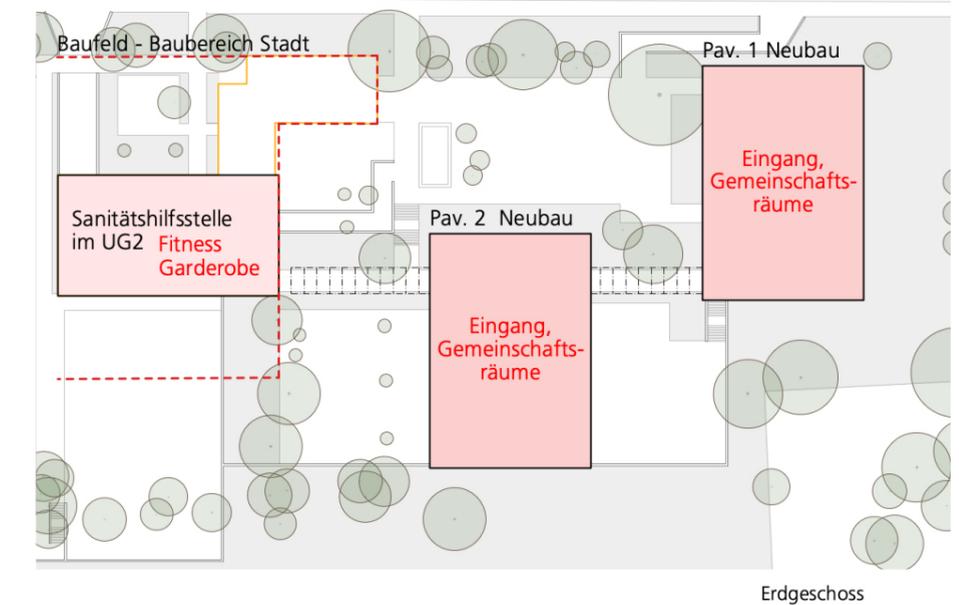
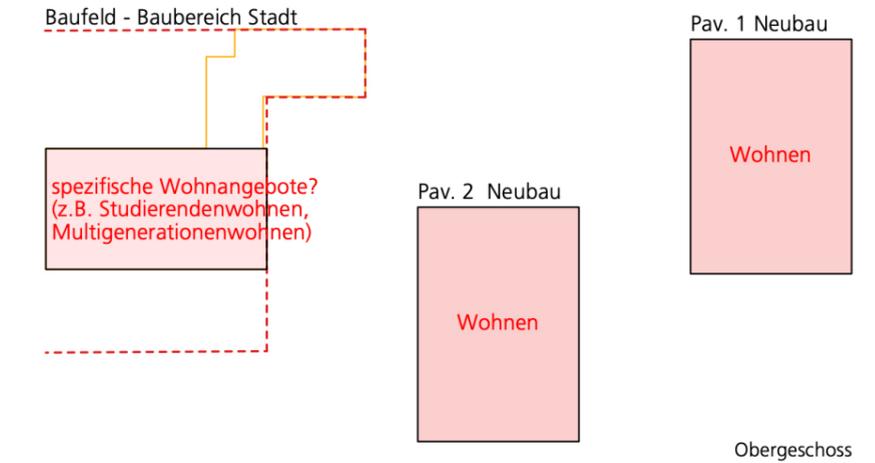
Die Funktion des Ortes der Öffentlichkeit wird in diesem Ansatz durch eine, im Vergleich zum Ansatz B, noch stärkere Ergänzung einer tragenden Drittnutzung ergänzt. Auf dem Areal anzuordnende Drittnutzungen sind gemeinnützige Wohnangebote, welche bezüglich Standort und Zielgruppen möglichst gut auf den geplanten Ort der Öffentlichkeit auszurichten sind (z. B. Multigenerationenwohnen, Studierendenwohnen, Atelierwohnen, Flexibles/gemeinnütziges Wohneigentum, weitere). Ebenso mitgedacht sind Dienstleistungs-/Gewerbeangebote, welche über ein einfaches Gastronomieangebot hinausgehen (z. B. Ärztezentrum, Einkaufsmöglichkeiten, Co-Working-Spaces etc.) sowie zu bestimmende öffentliche resp. quartierbezogene Nutzungen in den Erdgeschossen (bspw. Kindergarten).



### Ansatz D «: Entwicklung zu einem Wohnstandort»

Die Neubau-Volumen werden durch verschiedene Wohnformen genutzt wobei die Erdgeschosse nicht für die Kernfunktion zur Verfügung steht. Hier sind Gemeinschaftsräume, Eingangsbereiche etc. vorzusehen.

Kritisch betrachtet wird die Kompatibilität dieses Ansatzes mit dem Ziel, einen «Ort der Öffentlichkeit» zu schaffen. Die Funktion «Wohnen» mit ihren Bedürfnissen nach privaten Aussenräumen und nach Ruhe dürfte in Konflikt mit der erwünschten öffentlichen Nutzung der Freiräume stehen. Zudem hat sich gezeigt, dass die politisch erwünschte Wohnraumentwicklung im Perimeter auch ohne eine entsprechende Nutzung der ehemaligen Schulanlage erreicht werden kann.



## 5 Strategischer Dialog zum Zwischenstand

### 5.1 Private Grundeigentümer

Die Vertreter der Eigentümer der Grundstücke 601, 636, 871, 872, 873, 874 und 876 (Grundbuch Littau) haben nach internen Abklärungen signalisiert, dass eine Lage-Verschiebung ihrer Grundstücke nicht in Frage kommt, das man aber Hand bietet für eine gemeinsame und mit der Stadt koordinierte bauliche Entwicklung im gesamten Bereich der betroffenen Grundstücke. Es wird parallel zur Machbarkeitsstudie eine gemeinsame kooperative Vertiefungsstudie angestrebt. Diese Studie wird in separaten Gefässen bearbeitet und besprochen.

### 5.2 Erwägungen der SBK

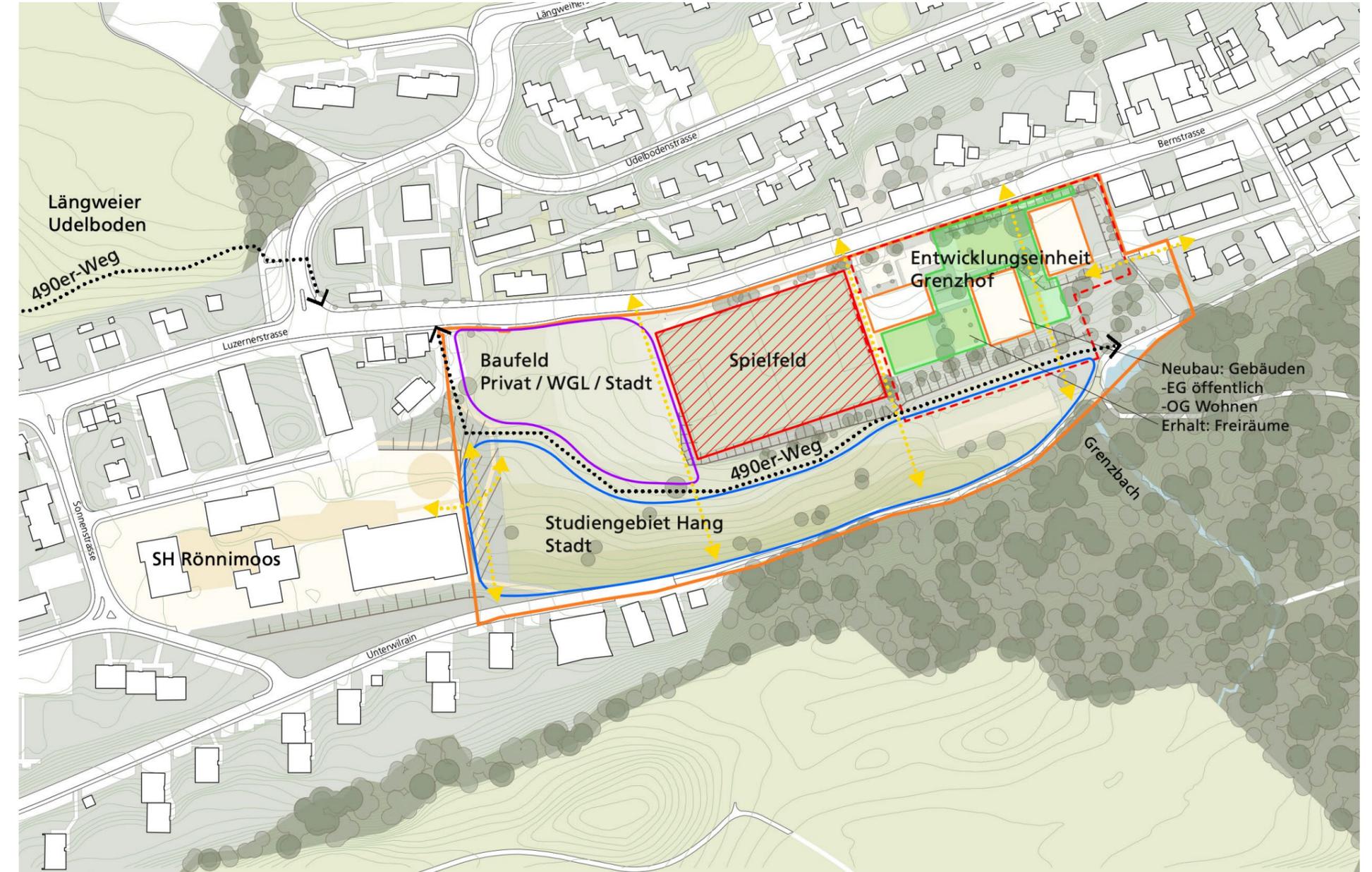
Die Kommission zeigt sich sehr erfreut darüber, dass die Studie den Wert der ehemaligen Schulanlage Grenzhof für das Quartier erkannt hat. Die SBK unterstützt das Ziel, das Areal des Schulhauses als eigenständiges Entwicklungsgebiet zu betrachten. Die dargelegte Prüfung die Bauten zu erhalten, wird ebenfalls unterstützt. Aus Sicht der SBK könnte das Areal auf diese Weise, verbunden mit einem vielfältigen Nutzungsmix, zu einer eigentlichen Schatzkammer für das Quartier werden.

Wie die Planer sieht auch die SBK in der Platzierung des Sportplatzes ein zweites Schlüsselthema. Auch aufgrund der Kritik der SBK ist das in einem früheren Stadium der Entwicklungsstudie favorisierte Szenario 2 für die Lage des Sportplatzes zu Gunsten des Szenario 1 (Spielfeld am bestehenden Standort, Ausdehnung nach Westen) verworfen worden. Als noch nicht gelöst erachtet die Kommission die städtebaulichen Auswirkungen des Sportplatzes und der darunter geplanten Einstellhalle auf die Luzernerstrasse. Diese präsentiert sich heute zwar als typische Ausfallstrasse mit geringer Aufenthaltsqualität. Mit der künftigen baulichen Entwicklung im Bearbeitungsperimeter wie auch auf den angrenzenden Arealen wird sie zu einem innerstädtischen Erschliessungsraum, welcher als solcher gedacht und geplant und inhaltlich gestärkt werden muss. Als sehr positives Element erachtet die SBK den geplanten 490er Weg. Jedoch ist für sie aus den Unterlagen noch zu wenig erkennbar ob dieser, auf der städtebaulichen und freiräumlichen Ebene, das Gebiet in einzelne eigenständige Baufelder trennt oder als strukturiertes Element eines gemeinsamen Freiraumes gedacht ist. Ebenfalls aus der Sicht der SBK nicht gelöst, ist die Frage der Adressierungen im Gebiet.

### 5.3 Stadt Luzern

Die Projektsteuerung begrüßen den Ansatz mit einer möglichst unabhängige Realisierbarkeit der verschiedenen Baufelder. Dadurch wird die Gesamtentwicklung trotz einer möglichen gerichtlichen Auseinandersetzung betreffend dem Baufeld Grenzhof nicht blockiert. Von den vorgelegten Szenarien betreffend Spielfeld wird das Szenario 1 (Spielfeld am bestehenden Standort, Ausdehnung nach Westen) kombiniert mit einer gemeinsamen Entwicklung der Areale WGL/Private/Stadt klar favorisiert resp. es soll als Grundlage für die weiteren Studien und Vertiefungen verwendet werden. Das Landschaftsgerüst mit dem 490er-Weg wird als Rückgrat der Entwicklung unterstützt.

Die Stadt Luzern strebt bei der ehemaligen Schulanlage Grenzhof ein Abriss und Neubau an (siehe Argumente S. 25 und 26). Die Stadt anerkennt die Bedeutung und die Wertschätzung der ehemaligen Schulanlage als sogenannter «Ort der Öffentlichkeit». Diese Funktion soll der Ort auch in Zukunft gerecht werden. Die Definition des «Ortes der Öffentlichkeit» ist an das Verständnis von Quartierzentren gemäss REK anzulehnen. In diesem Sinne sind die in Kapitel 4.3. dargestellten Nutzungsansätze «B» und «C» die Basis für die Entwicklungsstudie (EG öffentlich zugängliche Nutzungen und in den Obergeschossen wenig lärmsensibles Wohnen). Die Nutzungs-Ansätze sowie die Verhältnismässigkeit, die Betriebsform und die Finanzierung der EG-Nutzungen sind im Rahmen der Machbarkeitsstudie vertieft zu untersuchen. Die vorhandenen Qualitäten der Gebäudeanordnung sowie der generelle Charakter der Anlage ist wo sinnvoll in das künftige Konzept zu überführen. In diesem Sinne wird der Ansatz, dass sich die Ersatzneubauten auf die Fussabdrücke des Bestandes beschränken sollen und dass die Aussenanlagen bestmöglich erhalten werden, gestützt.

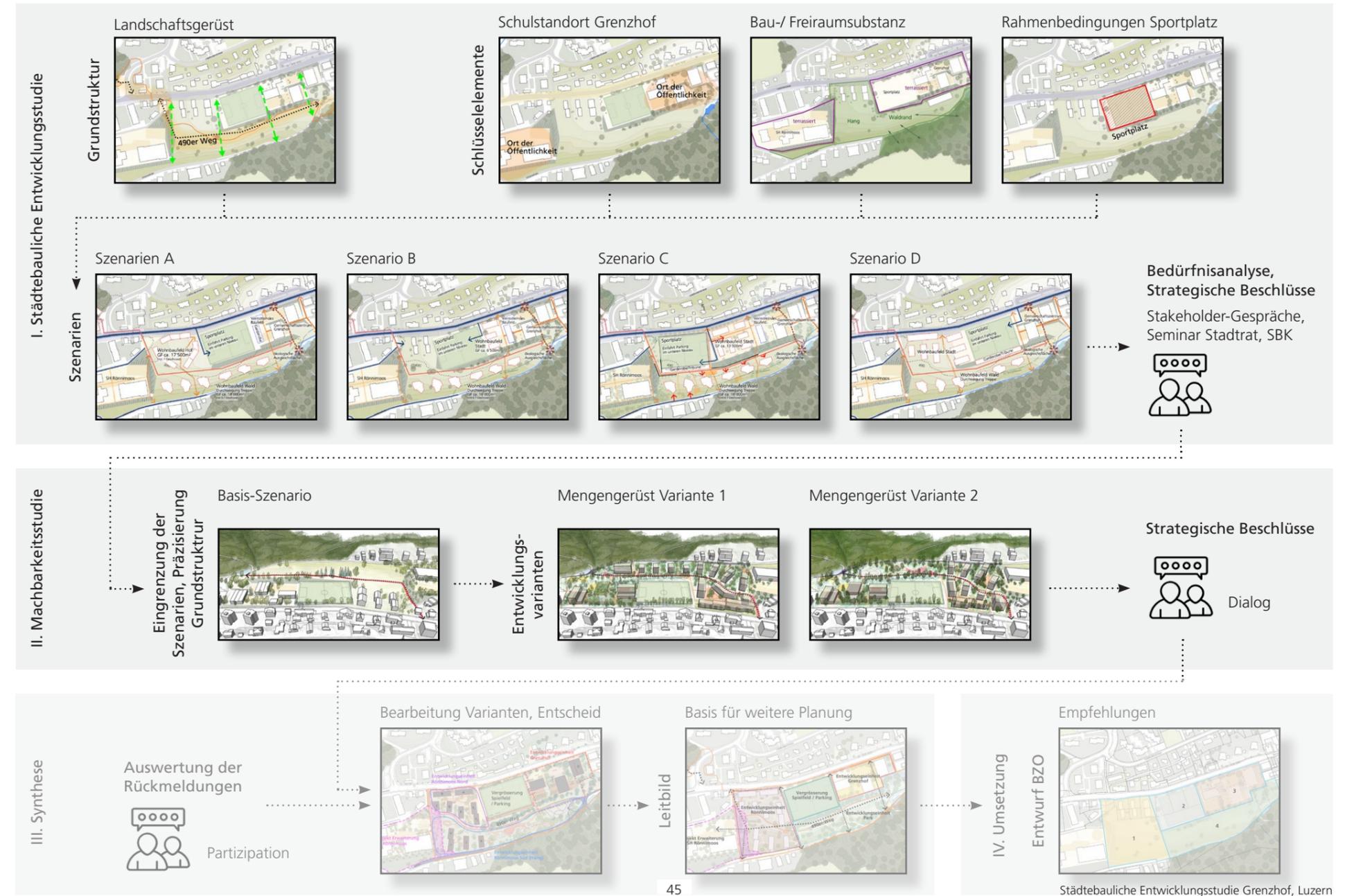


## 6 Eingrenzung der Varianten

### 6.1 Basis für die städtebauliche Entwicklung

Für das Gebiet Grenzhof wurden zwei Varianten erarbeitet, welche sich insbesondere in Bezug auf den Freiraum unterscheiden. Die Erschliessung und die Verkehrsführung ist bei beiden Varianten nahezu identisch. Zudem ist bei beiden Varianten geplant, westlich des Fussballplatzes gemeinnützige Wohnungen zu realisieren und auf der ehemaligen Schulanlage Grenzhof neben Wohnungen auch Nutzungen für das Quartier zu realisieren, darunter etwa einen Kindergarten, gemeinschaftlich nutzbare Räume sowie kleinere Gastronomiebetriebe. Die bestehenden Freiräume rund um die ehemalige Schulanlage Grenzhof und namentlich der «Spielplatz Grenzhof» sollen dabei erhalten und weiterentwickelt werden.

Die beiden Varianten unterscheiden sich vor allem in der Positionierung des neu zu schaffenden grösseren Freiraums. Bei der Variante 1) «Freiraum in der ehemaligen Schulanlage» ist ein grösserer Freiraum im Bereich der Schulhausanlage Grenzhof vorgesehen, während er bei der Variante 2) «Freiraum am Wald» am Waldrand realisiert werden soll. Im Folgenden werden die zwei Varianten kurz vorgestellt.



## 6.2 Variante « 1 – Freiraum in der ehemaligen Schulanlage

In dieser Variante wird die Hangkante oberhalb des Fussballfeldes bebaut und stattdessen ein ein grösserer, eher städtischer und mit engem Bezug zum Quartiertreffpunkt bezogener, Freiraum im Bereich der ehemaligen Schulanlage Grenzhof realisiert. Dazu werden alle Schulhausbauten (Schulpavillons und Turnhalle) rückgebaut. Die Turnhalle und der Pavillon direkt an der Luzernerstrasse werden durch Neubauten ersetzt, welche im Erdgeschoss quartiersorientierte Nutzungen und in den Obergeschossen gemeinnützige Wohnungen bieten. In der Mitte entsteht an der Stelle des mittleren Pavillons (Pavillon 2) ein zentraler Freiraum, der als Bindeglied zwischen der Luzernerstrasse im Norden, dem Spielplatz Grenzhof im Osten und

der Wegekreuzung am Waldrand dienen soll. Bei dieser Variante können im Gesamtperimeter rund 255 bis 345 Wohnungen entstehen (inkl. private Grundstücke. Wohnungen auf privaten Grundstücken bestehend: 50).



## 6.3 Variante «2 – Freiraum am Wald»

In dieser Variante wird die Hangkante oberhalb des Fussballfeldes nicht bebaut, sondern der bestehende Freiraum mit Anschluss an den Wald aufgewertet. Die genaue Nutzung und Ausgestaltung dieses Freiraums wird zu einem späteren Zeitpunkt definiert. Es ist jedoch aufgrund des Standorts (Waldnähe) und der topographischen Situation (Hanglage) davon auszugehen, dass dieser Freiraum anders gestaltet wird als jener bei der Variante «Freiraum in der ehemaligen Schulanlage». Denkbar wäre beispielsweise ein Erlebnisspielplatz mit Kletterelementen, Pumptrack oder eine naturnah ausgestaltete Grünfläche mit hoher Biodiversität. Bei dieser Variante können im Gesamtperimeter rund 185 bis 275 Wohnungen entstehen (inkl. private Grundstücke. Wohnungen auf privaten Grundstücken bestehend: 50).



## 6.4 Partizipation

Zur Gebietsentwicklung Grenzhof gab es sowohl physische wie auch digitale Mitwirkungsmöglichkeiten (30.10 bis 30.11.2021). Ziel war es, ein Stimmungsbild zu den ausgearbeiteten Entwicklungsvarianten abzuholen. Auf die Mitwirkungsmöglichkeiten wurde mittels einer Medienmitteilung, Plakatieren im öffentlichen Raum, Flyer und Mitteilungen auf sozialen Plattformen hingewiesen. In einem partizipativen Spaziergang am 30.10.2021 wurde die interessierte Bevölkerung durch den Bearbeitungsperimeter geführt und erhielt Hintergrundinformationen von den Projektleitern und dem Planungsteam. Während des Spaziergangs und beim anschliessenden Apéro konnten Fragen und Rückmeldungen zum Projekt eingebracht werden. Die digitale Mitwirkung wurde auf der Partizipationsplattform Dialog Luzern durchgeführt. Auf Dialog Luzern konnte man sich über die Gebietsentwicklung informieren und in einer Umfrage Rückmeldungen und Anmerkungen einbringen.

### Partizipativer Rundgang durch das Areal

Am partizipativen Spaziergang (Sa, 30.10.) nahmen rund 30 Personen teil. Eine Mehrheit der Teilnehmer/innen sprach sich für die Variante 2 mit einem Park am Waldrand aus, wobei vielen Teilnehmenden den zusätzlichen Freiraum in diese Variante schätzten. In Bezug auf den Freiraum in der Variante 2 war einigen Teilnehmenden der Erhalt des Wasserfalls mit dem Bach und eine Abstimmung der Parkanlage auf die Waldkante wichtig. Ausserdem wurden gemeinschaftliche Gärten gewünscht und eine offene Freizeitstruktur, welche vor allem für Kinder zwischen 8 und 14 Jahren attraktiv sein soll (Bsp. Mooshüsli Hammerplatz Abenteuerspielplatz), mit einer Anlage für Rollsport/Pumptrack für Skateboard, Inline-Skates u.dgl.

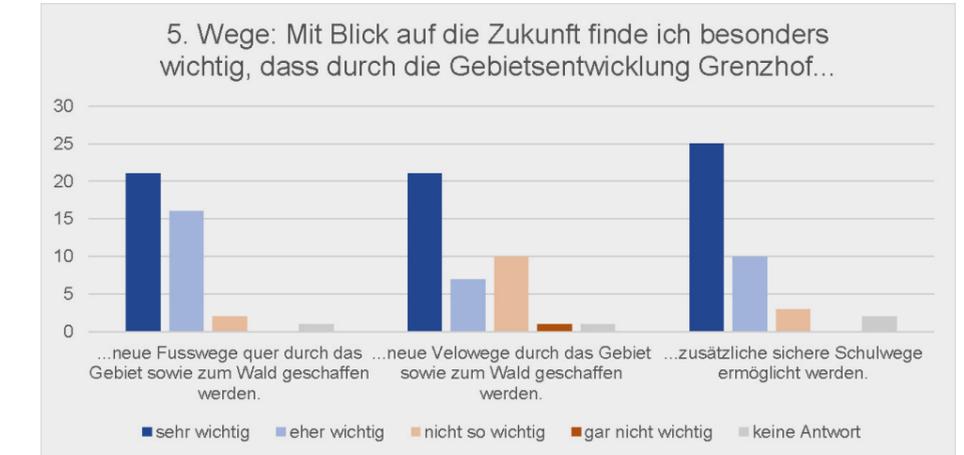
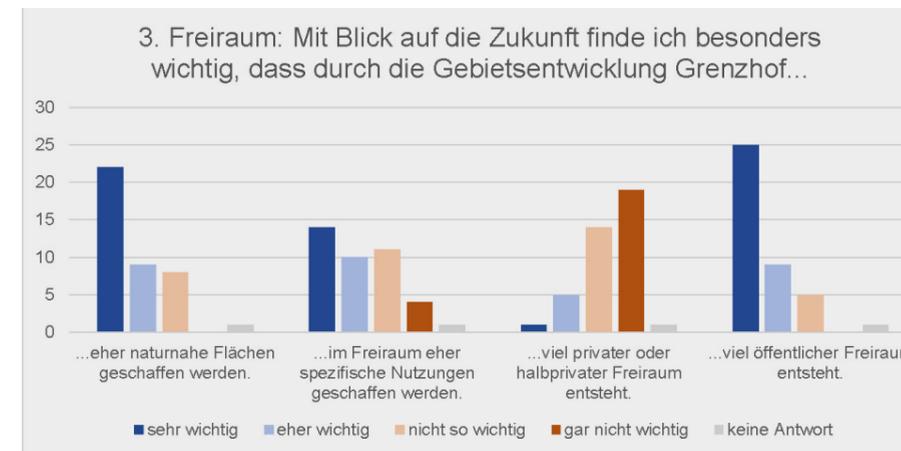
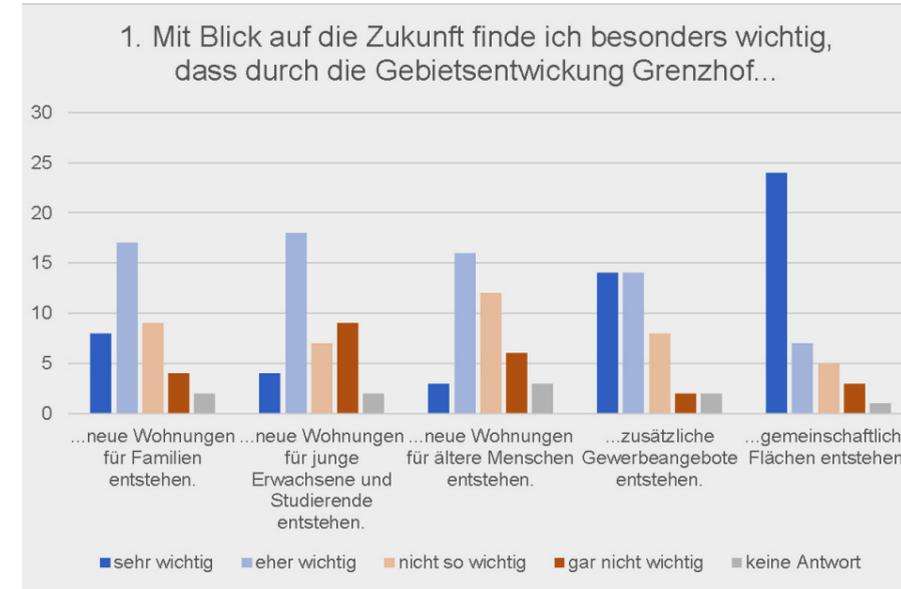
Bedenken wurden vor allem zu der verkehrlichen Situation eingebracht. Einerseits wird die stark befahrene Luzernerstrasse als Hauptproblem für das Quartier wahrgenommen und eine Temporeduktion auf 30 km/h wurde mehrfach gefordert. Andererseits hatten einige Teilnehmende Bedenken gegenüber der verkehrlichen Situation auf der Velohaupttroute. Hier sahen sie Nutzungskonflikte zwischen den Velofahrenden und den Schulkindern. Des Weiteren wurde gewünscht, dass der 490er-Weg einen neuen ortsbezogenen Namen erhalten soll.

## Dialog Luzern

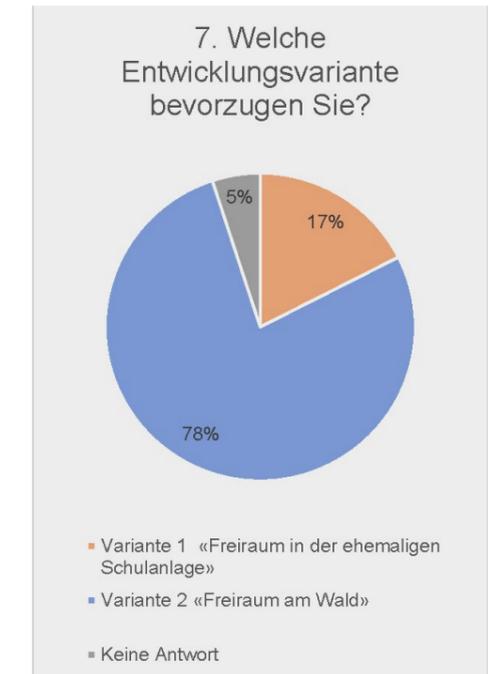
Die Umfrage auf der Partizipationsplattform Dialog Luzern startete am 22. Oktober und endete am 30. November 2021. Insgesamt nahmen 40 Teilnehmer/innen am Fragebogen teil. Die Fragen wurden in sechs Kategorien unterteilt – Nutzungen, Freiraum, Wege, Varianteentscheid, Quartier und allgemeine Rückmeldungen.

### Beurteilung der Varianten

Rund vier Fünftel der Teilnehmenden bevorzugen die Variante 2 «Freiraum am Wald», während ein vergleichsweise kleiner Teil (17%) die Variante 1 «Freiraum in der ehemaligen Schulanlage» bevorzugt. Die Variante 2 wird vor allem bevorzugt, weil sie mehr Freiraum ermöglicht (22 Nennungen). Am zusätzlichen Freiraum wird vor allem geschätzt, dass er nahe am Wald ist und so Bezug zum bereits bestehenden Naherholungsgebiet nimmt, mehr Spielmöglichkeiten, Sportnutzungen und öffentlichen Aufenthaltsraum ermöglicht. Ausserdem bevorzugen einige (5 Nennungen) die geringere Dichte dieser Variante.



Die grafischen Auswertungen der geschlossenen Fragen gemäss der Partizipation. Die Antworten zu den offenen Fragen sind im Anhang einsehbar.



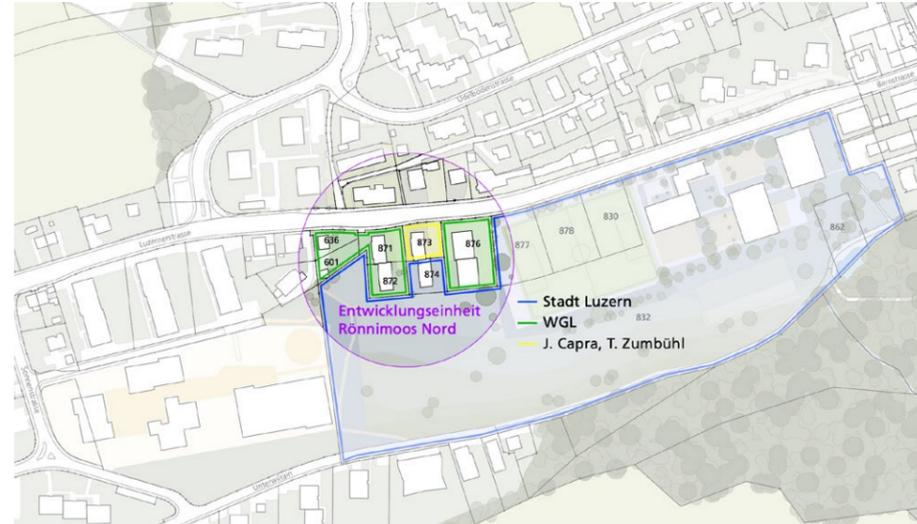
## 6.5 Untersuchung der baulichen Dichte

### Grundlagen

Gemäss politischer und fachlicher Einschätzung sowie basierend auf der Partizipation bildet die Variante 2 «Freiraum am Wald» die Grundlage für die weiteren Untersuchungen. Das Ziel der weiteren Untersuchungen ist, die für die Anpassung des Bau- und Zonenreglements relevanten Bestimmungen festlegen zu können. Dies sind die Lage und die Arten der (Bau-)Zonen, Das Mass der Überbauung (Überbauungsziffer ÜZ) sowie die zulässige Gesamthöhe als Maximum. Darüber hinaus gilt es aufzuzeigen, wie das politische Ziel auf dem Areal 130 Wohnungen realisieren zu können, erreicht werden kann. Dieses Ziel wird insofern präzisiert, dass die erwünschte Anzahl Wohnungen in der Entwicklungseinheit Rönrimoos (zusammengesetzt aus dem Baufeld Privat/WGL/Stadt und dem dahinter liegenden Teil des Studiengebiet Hang) vollumfänglich realisiert werden muss. Dies, weil die Entwicklung der Entwicklungseinheit ehemalige Schulanlage Grenzhof mit Unwägbarkeiten behaftet ist.

Die Entwicklungseinheit Rönrimoos integriert neben Grundstücke der Stadt Luzern bestehende Liegenschaften von Privaten und der WGL. Die vorliegende Entwicklungsstudie geht davon aus, dass die Entwicklung dieser Einheit als kooperative Planung unter Einbezug aller Grundeigentümer geschieht und dass die bestehenden Wohnbauten auf den Grundstücken entlang der Kantonsstrasse abgebrochen werden. Die im Bestand vorhandenen Wohnungen werden in der Anzahl 1:1 ersetzt (aber in der Fläche vergrössert). Recherchen zum Wohnungsbestand haben ergeben, dass 50 Wohnungen vorhanden und demnach zu ersetzen sind. Damit sollte die Entwicklungseinheit Rönrimoos die Realisierung von mindestens 180 Wohnungen ermöglichen (50 Ersatz des Bestands, 130 als neues Angebot).

Mit den folgenden Untersuchungen ist am Modell das Mass der baulichen Dichte untersucht und mit der SBK am 25. März 2022 diskutiert und festgelegt worden. Aus dem Modellstudien ist mittels Plan die Geschosshöhe und die Geschossfläche abgeleitet worden. Aus der Geschossfläche ist die Anzahl der Wohnungen wie folgt approximativ abgeleitet worden: Geschossfläche durch 100 (angenommene, durchschnittliche Wohnungsgrösse). Diese Methode dient primär um eine Vergleichbarkeit herzustellen und um eine erste Abschätzung vornehmen zu können. Die effektive Wohnungszahl wird davon abweichen.



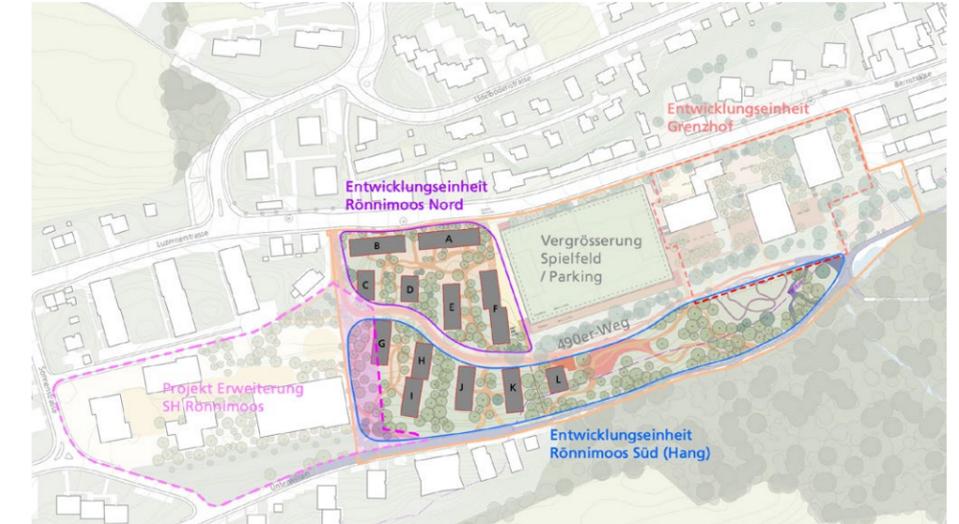
Entwicklungseinheit Rönrimoos, Bestand

Modellfoto, Bestand mit neuem Spielfeld und 490er Weg



### Untersuchung – Vorschlag gemäss Machbarkeitsstudie (Stand 7.12.2021)

Die Machbarkeitsstudie mit Stand vom 7. Dezember 2021 zeigt eine Bebauungsform in der Entwicklungseinheit Rönrimoos auf, die 237 Wohnungen umfasst (Total, inkl. Bestand). Der Stand berücksichtigt noch nicht, dass gemäss Planungsstand Erweiterung Schulhaus Rönrimoos mit umfangreicheren Geländemodellierungen zu rechnen ist, die die Entwicklungseinheit Rönrimoos im Areal Grenzhof beeinflussen (rosafarbene Fläche in nebenstehender Abbildung). Zudem muss der geplante Erschliessungsbereich zwischen dem vergrössertem Spielfeld und der Entwicklungseinheit aufgrund der erwünschten Befahrbarkeit grösser werden.



Entwicklungseinheiten Rönrimoos, Vorschlag gemäss Machbarkeitsstudie (Stand 7.12.2021)

Gebäude	Anzahl Wohngeschosse	GF	GF-Wohnen Total	Anzahl Wohnungen GF / 100	Gebäudehöhe
A (R.Nord)	5	516	2580	26	19
B (R.Nord)	5	468	2340	23	19
C (R.Nord)	6	253	1518	15	22
D (R.Nord)	5	218	1090	11	19
E (R.Nord)	5	388	1940	19	19
F1+2 (R.Nord)	6	633	3798	38	22
<b>Summe Rönrimoos Nord</b>			<b>13266</b>	<b>133</b>	
G (R.Süd)	5	373	1865	19	19
H (R.Süd)	5	303	1515	15	19
I (R.Süd)	5.5	329	1809.5	18	22
J (R.Süd)	5.5	373	2051.5	21	22
K (R.Süd)	5.5	373	2051.5	21	22
L (R.Süd)	5	226	1130	11	19
<b>Summe Rönrimoos Süd</b>			<b>10422.5</b>	<b>104</b>	
<b>Summe Rönrimoos N+S</b>			<b>23688.5</b>	<b>237</b>	

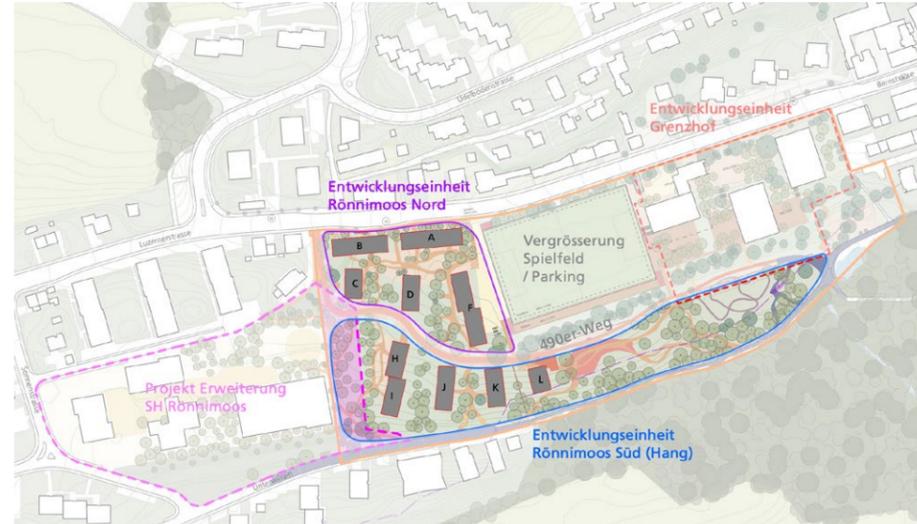
Rönrimoos Nord : Baufeld Luzernerstrasse (privat / WGL / Stadt)  
Rönrimoos Süd : Baufeld Hang (Stadt)



### Untersuchung – Weiterentwicklung, Zwischenschritt

In der Weiterentwicklung wird zum Schulhaus Rönningmoos und zum Spielfeld jeweils ein grösserer Abstand eingenommen. In der Folge wird sowohl in der nördlichen als auch in der südlichen Einheit eine Wohnzeile entfernt.

Mit einem solchen Stand können bei, in der Regel, 5 Geschossen ca. 190 Wohnungen realisiert werden (Total, inkl. Bestand). Eine Veränderung um ein Vollgeschoss ergibt eine Differenz von ca. 40 Wohnungen. Das heisst bei 6 Vollgeschossen ergibt sich eine Wohnungszahl von ca. 230, bei 4 Vollgeschossen ein Angebot von ca. 150 Wohnungen. Eine Erkenntnis ist somit, dass mit einer viergeschossigen Bebauung im Perimeter der Entwicklungseinheit Rönningmoos das Ziel von 180 Wohnungen (50 Ersatz des Bestands, 130 als neues Angebot) nicht erreicht wird.



Entwicklungseinheiten Rönningmoos – Weiterentwicklung, Zwischenschritt

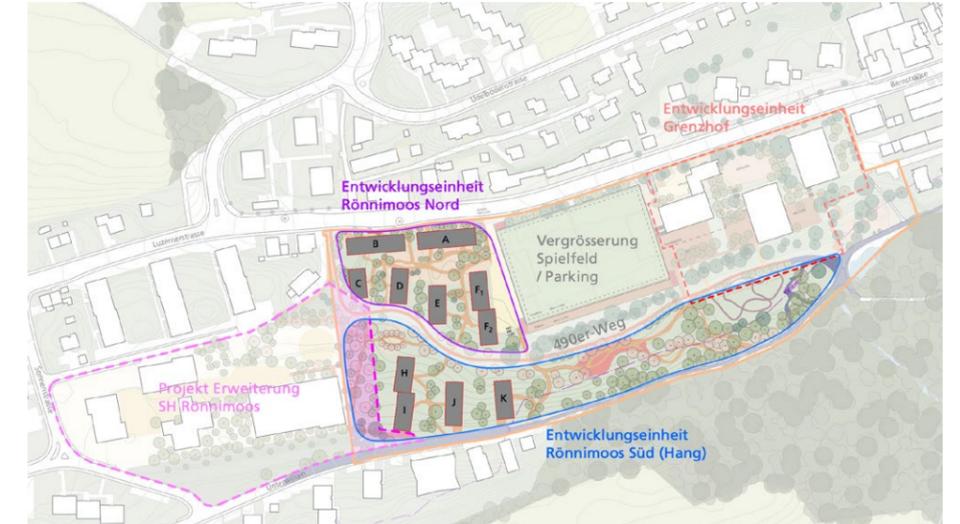
Gebäude	Anzahl Wohngeschosse	GF	GF-Wohn Total	Anzahl Wohnungen GF / 100	Gebäudehöhe
A (R.Nord)	5	516	2580	26	19
B (R.Nord)	5	468	2340	23	19
C (R.Nord)	5	253	1265	13	19
D (R.Nord)	4	293	1172	12	16
F1+2 (R.Nord)	5.5	633	3481.5	35	22
<b>Summe Rönningmoos Nord</b>			<b>10838.5</b>	<b>108</b>	
H (R.Süd)	5	300	1500	15	19
I (R.Süd)	5.5	324	1782	18	22
J (R.Süd)	5.5	372	2046	20	22
K (R.Süd)	5.5	324	1782	18	22
L (R.Süd)	5	226	1130	11	19
<b>Summe Rönningmoos Süd</b>			<b>8240</b>	<b>82</b>	
<b>Summe Rönningmoos N+S</b>			<b>19078.5</b>	<b>191</b>	

Rönningmoos Nord : Baufeld Luzernerstrasse (privat / WGL / Stadt)  
Rönningmoos Süd : Baufeld Hang (Stadt)



### Untersuchung – Vorzugsvariante Einheit Rönningmoos

Die Weiterentwicklung zeigt auf, dass mit nur drei Zeilen im nördlichen Bereich die städtebauliche Situation tendenziell instabil wird. Zudem wird der Aufbau einer bestimmten baulichen Dichte entlang der Haupteinschliessung und im flacheren Talboden als plausibel beurteilt. Demgegenüber ist eine weitere Reduktion der baulichen Dichte im Hang aus mehreren Gründen sinnvoll: Das Terrain ist schwierig zu bebauen, der Besonnung ist eingeschränkt, und mit weniger Dichte kann die Verbindung der Freiräume von Schulanlage Rönningmoos, 490er-Weg, Waldpark am Hang und Wald gestärkt werden. Zudem wirkt der einzelne Baukörper oberhalb vom Spielfeld (Machbarkeitsstudie und Weiterentwicklung) wenig eingebunden resp. erhält die Wirkung eines kaum begründeten Solitärs. Die neu nur noch drei Zeile im Süden werden zur Klärung der Adressierung und zur Stärkung des Freiraums entlang des 490er-Wegs an den Unterwilrain angebunden. Aus diesem Vorschlag resultieren ca. 190 Wohnungen. So mit wird das Ziel von 180 Wohnungen (50 Ersatz des Bestands, 130 als neues Angebot) erfüllt.



Entwicklungseinheiten Rönningmoos Nord und Süd, Vorschlag III

Gebäude	Anzahl Wohngeschosse	GF	GF-Wohn Total	Anzahl Wohnungen GF / 100	Gebäudehöhe
A (R.Nord)	5	492	2460	25	19
B (R.Nord)	5	492	2460	25	19
C (R.Nord)	5	252	1260	13	19
D (R.Nord)	4	300	1200	12	16
E (R.Nord)	4	324	1296	13	16
F1 (R.Nord)	5	324	1620	16	21
F2 (R.Nord)	5.5	300	1650	17	22
<b>Summe Rönningmoos Nord</b>			<b>11946</b>	<b>119</b>	
H (R.Süd)	5	300	1500	15	19
I (R.Süd)	5.5	324	1782	18	22
J (R.Süd)	5.5	372	2046	20	22
K (R.Süd)	5.5	324	1782	18	22
<b>Summe Rönningmoos Süd</b>			<b>7110</b>	<b>71</b>	
<b>Summe Rönningmoos N+S</b>			<b>19056</b>	<b>191</b>	

Rönningmoos Nord : Baufeld Luzernerstrasse (privat / WGL / Stadt)  
Rönningmoos Süd : Baufeld Hang (Stadt)



## Untersuchung Entwicklungseinheit Grenzhof

Die Stadt Luzern strebt bei der ehemaligen Schulanlage Grenzhof ein Abriss und Neubau an (siehe Argumente S. 25 und 26). Die Stadt anerkennt die Bedeutung und die Wertschätzung der ehemaligen Schulanlage als sogenannter «Ort der Öffentlichkeit». Diese Funktion soll der Ort auch in Zukunft gerecht werden. Wird die Einheit Grenzhof baulich entwickelt sollen mindestens im Erdgeschoss öffentlich zugängliche Nutzungen («Ort der Öffentlichkeit») angeordnet werden. Die Obergeschosse stehen für wenig lärmsensibles Wohnen zur Verfügung (siehe auch Kapitel 4.3).

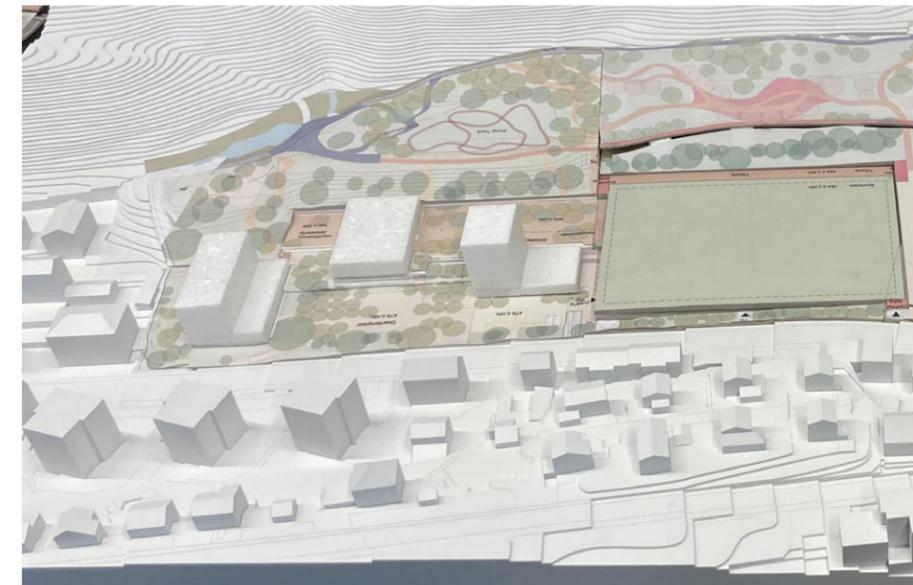
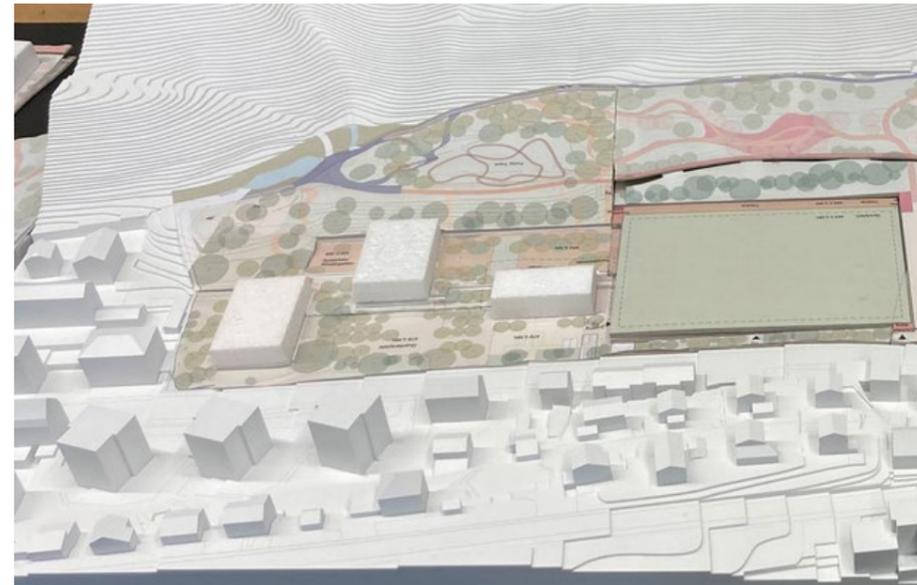
Basierend auf der Festlegung, dass sich die Ersatzneubauten auf die Fussabdrücke des Bestandes beschränken sollen, ist im Rahmen der Machbarkeitsstudie ein Spielraum für die Anordnung weiterer Nutzungsflächen vor allem über eine Entwicklung in die Höhe studiert worden. Dazu sind unterschiedliche Optionen untersucht worden. Werden aus der Nutzungsform Wohnen heraus die zusätzlichen Volumina definiert (optimalen Ausrichtung, optimale Dimensionen), entstehen Aufbauten, die sich in Gestalt und Typologie klar vom Sockel abheben. Zudem entstehen Scheiben oder Hochpunkte, die den durchlässigen Charakter der Anlage mit den Pavillon-Bauten stark in Frage stellen. Wird aber der Erhalt des Charakters in den Vordergrund gestellt, muss sich die Nutzungsform Wohnen diesem Charakter einordnen. In der Konsequenz wird, auch aufgrund der Diskussion und der Empfehlung der SBK, festgelegt, dass sich das Wohnen in der Fläche der Fussabdrücke der Pavillons entwickeln muss und sich über max. 2 Obergeschosse in die Höhe entwickeln kann. Dies ergibt ein Wohnen bspw. in Form einer Atriums-Typologie.

Das nebenstehende Mengengerüst zeigt auf, dass innerhalb des beschriebenen Entwicklungsrahmens in den Erdgeschossen ca. 1'550m<sup>2</sup> öffentliche Nutzungen («Ort der Öffentlichkeit») und ca. 5'270m<sup>2</sup> Wohnen entstehen kann. Die Ableitung der Anzahl Wohnungen (53) basiert auf der gleichen Methodik wie bei der Untersuchung der Einheit Rönrimoos. Wobei diese Zahl hier klar zu relativieren ist, da keine Studien zur Machbarkeit von Atriums-Wohnungen auf den gegebenen Fussabdrücken durchgeführt worden sind.

Potenzielles Mengengerüst der Vorzugsvariante: Werden in allen drei Gebäuden beide Obergeschosse mit Wohnen programmiert, könnten bis 50 Wohnungen entstehen.

Gebäude	Anzahl Wohngeschosse	GF - Wohnteil m <sup>2</sup>	GF-Wohnen Total m <sup>2</sup>	Anzahl Wohnungen GF / 100	Erdgeschossfläche m <sup>2</sup>
M (GH)	2	745	1490	15	745
N (GH)	2	945	1890	19	400
O (GH)	2	945	1890	19	400
<b>Summe Grenzhof</b>			<b>5270</b>	<b>53</b>	<b>1545</b>

Vorzugsvariante zur Entwicklung der Einheit Grenzhof.



Untersuchte, aber nicht empfohlene Optionen zur Entwicklungseinheit Grenzhof.



## 7 Leitbild

Das Leitbild dient die Grundlage für die weiteren Planungsschritte, namentlich für das Konkurrenzverfahren.

### Entwicklungseinheit «Rönnimoos» (1, Wohn- und Arbeitszone)

Rönnimoos, Nutzungsmass

- 19'000m<sup>2</sup> GF mit ca. 190 Wohnungen (davon 50 Wohnungen als Ersatz für Dritte)

Architektur und Freiraum sowie Anforderungen zur Zertifizierung als 2000-Watt-Areal

- siehe Machbarkeitsstudie resp. im Konkurrenzverfahren zu evaluieren..

### Entwicklungseinheit «Spielfeld» (2, Spielfeld mit Sammelgarage)

- Kunstrasenspielfeld auf Sockel
- Höhenlage, Nutzung und Gestaltung Sockel, insbesondere zu Luzernerstrasse gemäss Machbarkeitsstudie resp. Folgeverfahren
- Gemäss Stand Machbarkeitsstudie sind 150 Parkplätze vorgesehen. Die Verifizierung der Anzahl erfolgt im Rahmen der Machbarkeitsstudie..

### Entwicklungseinheit «Grenzhof» (3, ehemalige Schulanlage Grenzhof)

Nutzungarten und Nutzungsmass (gemäss aktuellem Stand Machbarkeitsstudie)

- Mindestens in den Erd-, nach Bedarf auch im ersten Obergeschoss quartierorientierte Nutzungen, niederschwellige, öffentliche Begegnungsorte, Räume und Infrastruktur für selbstorganisierte/soziokulturelle Aktivitäten, Freizeitnutzungen, publikumsorientierte Dienstleistungen, Räume für Vereine, Clubräumlichkeiten FC Südstern, Kindergarten und Kinderbetreuung
- in den Obergeschossen sind Wohnungen (spezielle Wohnformen) möglich.

Nicht weiterverfolgte Nutzungsarten

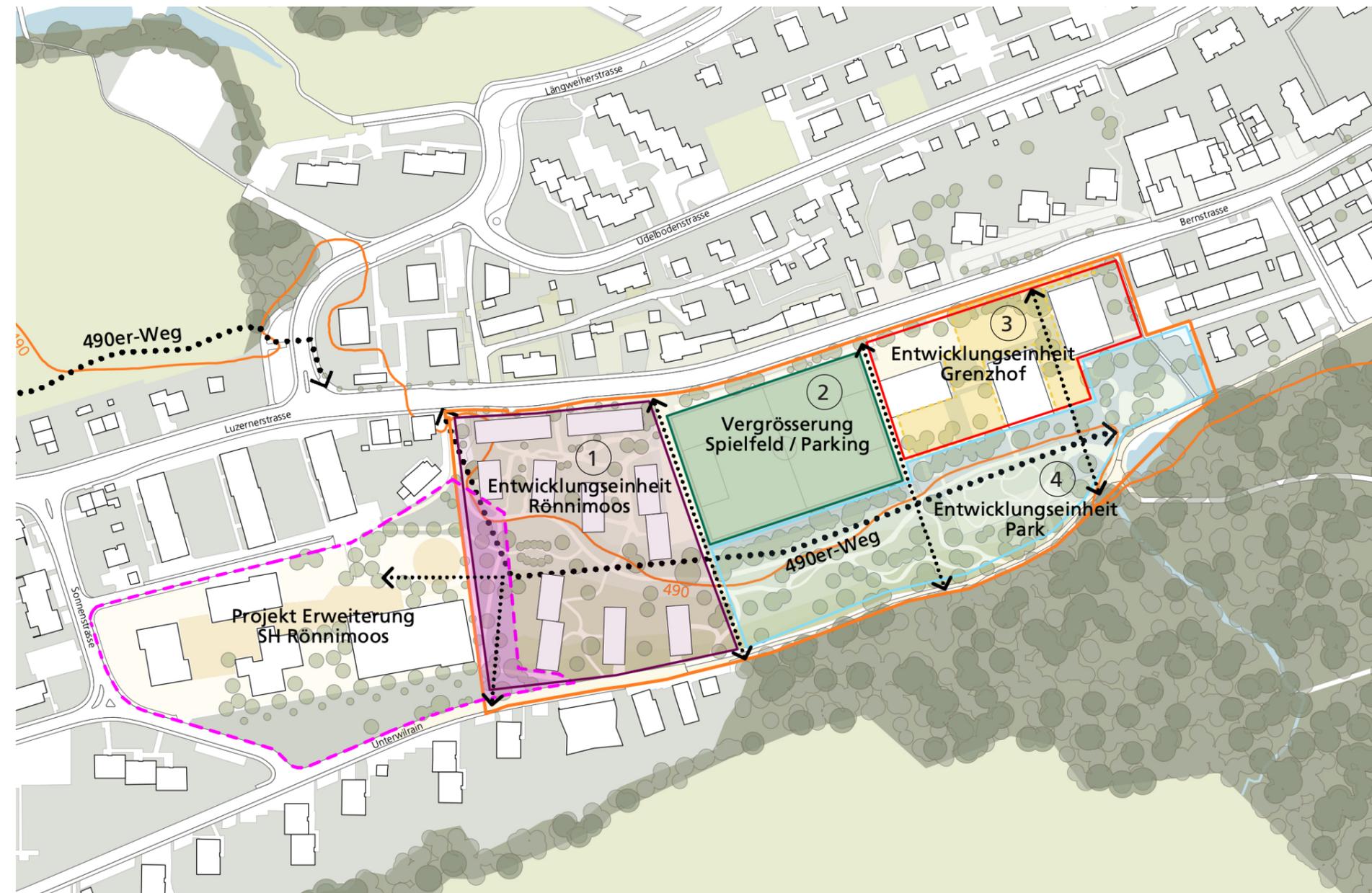
Die Anordnung von Betriebsräumen für die Stadtgärtnerei / Stadtgrün») und grössere Sportnutzung (Kletterhalle) sind geprüft, aber u. a. aufgrund von Erschliessungsanforderungen verworfen worden.

Städtebau, Freiraum und Architektur

- Die städtebauliche Anordnung und die architektonische Ausbildung weist Ensemble-Charakter auf und erfolgt im Prinzip mittels dreier Bauten. Insbesondere die beiden Standorte der ehemaligen Pavillons werden für Neubauten übernommen. Der Standort für den dritten Baukörper hat Anordnungsspielraum.
- Ein wesentliches Element zur Erreichung des Ensemble-Charakters beim Grenzhof ist das «2 Plus 1-Prinzip»: zwei funktional und architektonisch identische Bauten sind durch einen dritten Anderen ergänzt, wobei architektonische Elemente des dritten Baukörpers auf die beiden Gleichen verweisen.
- Die Neubauten weisen im Erdgeschoss gedeckte Aussenräume auf. Das Flächenmass ist auf die erwünschte Nutzung gemäss Stakeholder-Analyse ausgelegt.
- Die charakteristische Verklammerung von Innen und Aussen (Kolonnaden, Transparenz) wird wo sinnvoll, wieder hergestellt.
- Es ist zu prüfen, ob und in welchem Umfang Gebäudeteile resp. Bauteile weiterverwendet werden können.
- Die Landschaftsarchitektur sowie die Untergeschosse bleiben in der Regel bestehen.

### Entwicklungseinheit «Waldpark am Hang»

siehe folgendes Kapitel



## Erschliessung

### Äussere Erschliessung/Kantonsstrasse

- Die Luzernerstrasse wird mit der Entwicklung an Zentralität gewinnen und soll mittelfristig für den Fuss- und Veloverkehr aufgewertet werden und an Attraktivität gewinnen. Verkehrsregime und Gestaltung ist mindestens mit dem Bereich Langweier Uedelboden abzugleichen.
- Das Gebiet ist mit zwei ÖV-Haltestellen bedient. Die heutige Lage im Bereich vom künftigen 490er-Weg und dem Bernerweg ist mit der künftigen Entwicklung stimmig und soll grundsätzlich so behalten werden. Weitere Optimierungen wie die Umgestaltung der Haltepunkte als «Fahrbahnhofstellen» oder eine kompaktere Anordnung der Haltepunkte sind im Rahmen eines BGK weiter zu untersuchen.
- Die Reduktion der Fahrgeschwindigkeit von 50 auf 30 km/h würde auf Grund der reduzierten Knotensichtweiten und schlankeren Strassenprofile den Spielraum bei der Strassenraumgestaltung (z.B. genaue Anordnung der Bushaltekante, FG-Querungen, Zufahrten) erhöhen und ist deshalb auch empfohlen.
- Der MIV ist auf eine einzige Zufahrt (Anschluss Sammelgarage) direkt an der Kantonsstrasse konzentriert.
- Die Ver- und Entsorgung des Gebietes, das Ein- und Aussteigen von Taxi, etc. sind grundsätzlich auf zwei direkt von der Kantonsstrasse anfahrbaren Vorfahrtsbereichen gelöst.
- Die Ausgestaltung des Zufahrtknoten Kantonsstrasse/490er-Weg muss die Ein- und Ausfahrt von Sonder- und Notfalltransporten ermöglichen.

### 490er-Weg

- Der 490er-Weg dient als durchgehendes Rückgrat des inneren Fussverkehrsnetzes und als Zubringer aus dem Raum Langweier Uedelboden und Rönrimoos zur Velohaupttroute. Der Weg ist als nicht befestigte Mischverkehrsfläche für den Velo – und Fussverkehr zu gestalten. Der motorisierte Verkehr ist bis auf Notfall und Sondertransporte grundsätzlich ausgeschlossen.

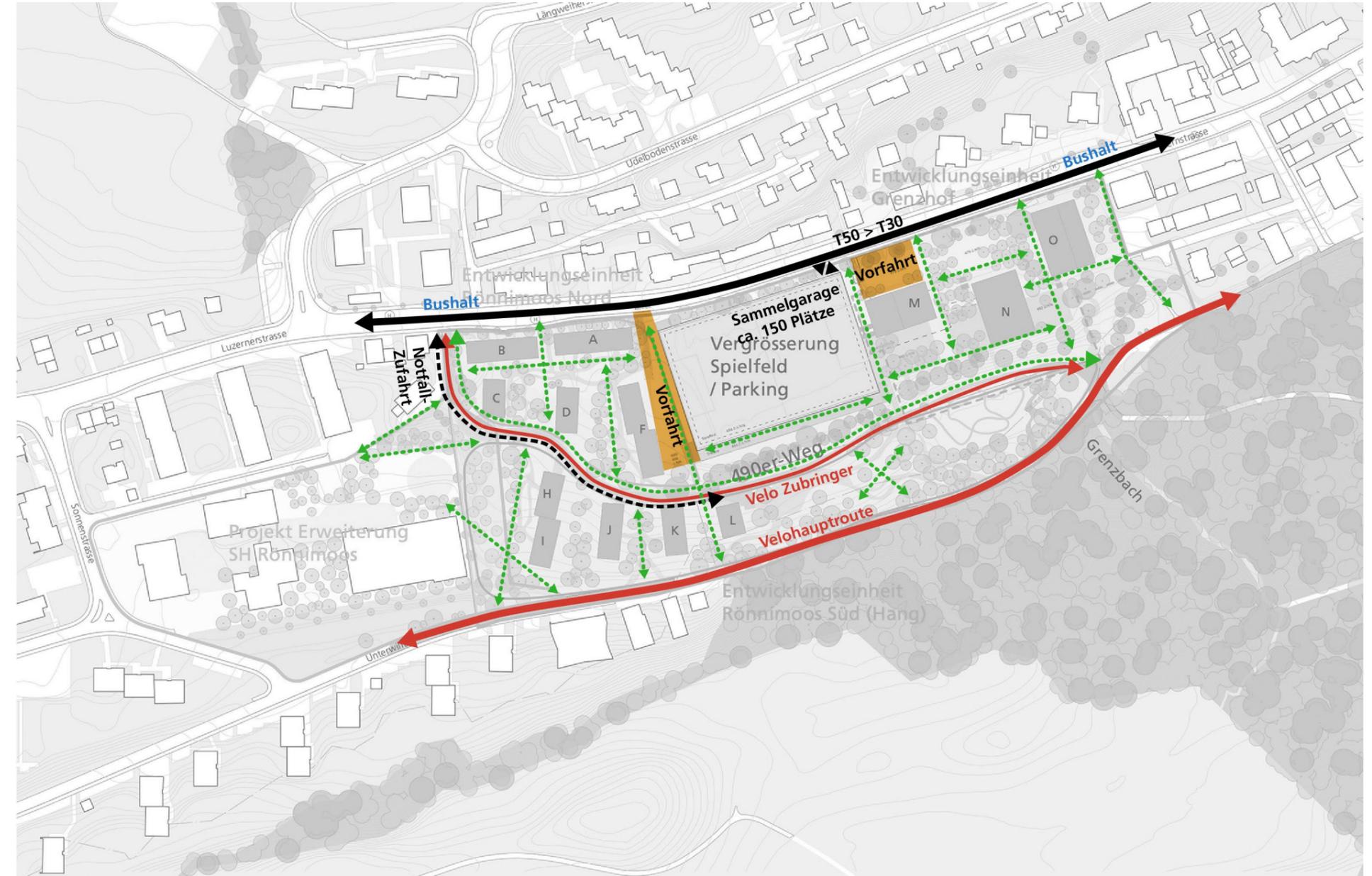
- Entlang dem 490er-Weg werden je nach Baubereich kleine Umschlagsplätze für Sondertransporte, Zügeln etc. definiert. Diese könnten nach Bedarf auch als IV-AP umgenutzt werden.

### Feinerschliessung

- Ein feingliedriges Fusswegnetz bietet attraktive Verbindungen zu den übergeordneten Achsen (Luzernerstrasse und Unterwilrein) und zu den angrenzenden Quartieren und Anlagen (z.B. SH Rönrimoos). Die Präzisierung des Netzes ist im Rahmen der Machbarkeitsstudie im Gang.
- Der barrierefreie Zugang von der Sammelgarage zu den Wohnhäusern ist mit einem Personenlift gewährleistet. Im Rahmen der Machbarkeitsstudie wird dieser Aspekt weiter geprüft.

### Parkierung

- Sämtliche Autoabstellplätze sind in einer einzigen Sammelgarage unter dem Sportfeld konzentriert. Auf oberirdische Abstellplätze (inkl. Besucher und Kurzeit) wird grundsätzlich verzichtet.
- Gemäss Stand Machbarkeitsstudie sind 150 Parkplätze vorgesehen. Die Verifizierung der Anzahl erfolgt im Rahmen der Machbarkeitsstudie.
- Velo-AP sind in gut zugänglichen Räumen der einzelnen Gebäude sowie im Aussenraum der öffentlichen Gebäude angeordnet.



## «Waldpark am Hang»

Der «Waldpark am Hang» stellt das Herzstück des neuen Quartiers «Grenzhof» dar. Er ist sowohl Bindeglied zwischen dem alten und dem neuen Stadtteil, als auch Scharnier zwischen Stadt- und Naturlandschaft. Der Park macht sich seine Lage am Hang zu eigen: Von hier aus geniesst man den Blick in die Weite, wenn man östlich ins Tal herunterblickt und an klaren Tagen das Bergpanorama in der Ferne ausmachen kann. Gleichzeitig überschaut man aber auch die gegenüberliegende Hangseite mit seiner kleinteiligen Struktur. Und man kann hier sogar aus nächster Nähe das wachsende Quartier «Grenzhof» mit dem Sportfeld des FC Südstern, denen beim Spielen und Trainieren zugesehen werden kann, während man im Park spazieren geht.

### Die Wege

Durch den Waldpark schlängeln sich Wege, die durch ihren Verlauf, parallel zum Gefälle ein einfaches Fortbewegen zu Fuss ermöglichen. Die Hauptwege sind befestigt, während sich kleinere Abkürzungen und Schleichwege auch gut in Kies ausbilden lassen. So entstehen unterschiedliche Qualitäten, die ein vielfältiges Erleben im Raum möglich machen. Man kann sowohl zielgerichtet vom Schulhaus Rönningmoos zum Spielplatz Grenzhof gehen oder aber auf den kleinen Waldwegen zwischen dichten Gehölzstrukturen Naturräume entdecken.

Gerahmt wird der Park von dem Forstweg entlang des Waldsaums und dem 490er-Weg unterhalb. Hier verkehren auch Velos und allfällige Notfallversorgungen. Diese zwei Quartiersachsen stellen die schnellen und unkomplizierten Verbindungen für den Fuss- und Veloverkehr auf Stadt- und Quartiersebene dar.

### Erhalt und Gestalt der Naturwerte

Der «Waldpark am Hang» spielt mit den vorgefundenen natürlichen Elementen: Es gibt (Wald-)Wege, die sich aus dichteren Bereichen heraus auf Lichtungen bewegen. Die dichteren Zonen erhalten und ergänzen bestehende Naturwerte. Die Lichtungen laden zum Aufenthalt im Grünen und zum Geniessen des weitläufigen Panoramas ein. Weiterhin wird das Thema der Gewässerbiotope gepflegt. Das bestehende Feuchtbiotop soll auch im Park seinen Trittstein in dem neuen Naturraum bekommen.

Markantes landschaftliches Element des Parks ist der Vegetationssaum hinter dem Fussballfeld. Wie ein durchsichtiger Vorhang aus gemischten, heimischen Gehölzen bildet er in diesem Kontext die Kulisse. Die künftige Bepflanzung im Waldpark nimmt das Thema lokaler Laubbäume (Buche, Birke, Eiche) auf und ergänzt im gleichen Kanon. Durch mal lockere und mal kompaktere Stellungen, ergeben sich eine Vielzahl von Naturräumen in denen sich weiterhin Tier- und Insektenarten heimisch fühlen können.

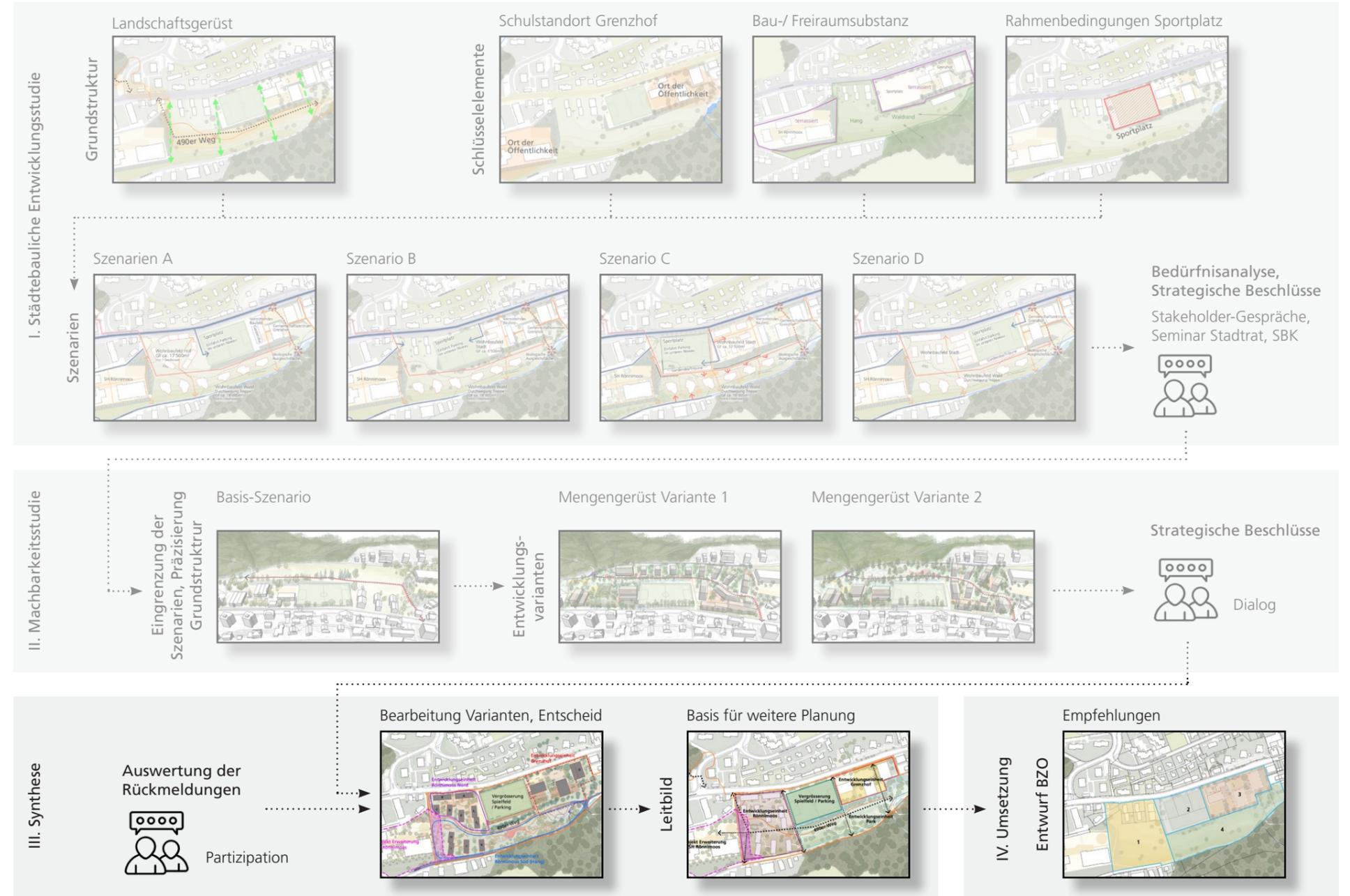
### Nutzungen

Durch seine Lage ist der «Waldpark am Hang» kein klassischer Stadtpark: Zum einen ist er untrennlich mit den vorgefundenen und umliegenden Naturwerten verknüpft. Dies bedeutet, dass der Grünraum einen facettenreichen, ökologischen Charakter bekommt. Er bietet weiterhin den lokalen Tier- und Insektenarten Unterschlupf. Auf diese Weise verknüpft der Parkraum die Naturwelt des Waldes mit den kleineren Grünflächen in Littau.

Zum anderen schuldet der Park seine Funktion als Bindeglied seiner Lage zwischen der neuen Bebauung, dem Schulhaus Rönningmoos und den ehemaligen Schulgebäuden Grenzhof. Durch seine Durchgangsfunktion und die Lage in der Schräge finden hier keine klassische ‚Liegewiese‘ oder offene Wiesenflächen ihren Ort. Stattdessen ergeben sich hier viele unterschiedliche kleine Orte und Wegeverbindungen, die zum Entdecken einladen.

Auf der einzigen ebenen Fläche - die des Schulprovisoriums - in der Nähe des Spielplatzes Grenzhof kann gut eine aktive Ergänzung in Form eines Pump Tracks integriert werden. Dem Beispiel bisheriger Massnahmen folgend, könnte hier ebenfalls ein Verein seine Projekte verwirklichen. Das östliche Ende des Waldparks ist somit durch seine Entfernung von der neuen Wohnüberbauung für Sport- und Freizeitnutzungen unterschiedlicher Altersgruppen gut geeignet.





## 8 Entwurf Bau- und Zonenreglement

### 8.1 Zonenbestimmungen

#### 1 Wohnzone (204)

- ÜZ 0.20 und 19'000m<sup>2</sup> GF
- Gesamthöhe (GH) 22m
- Die GH ist ein Maximalwert und gilt nicht für jeden Baukörper
- Die Höhen sind differenziert mittels qualitätssicherndem Konkurrenzverfahren zu bestimmen
- Gestaltungsplanpflicht, ohne Nutzungsbonus
- 100% gemeinnütziger Wohnungsbau gemäss Art. 46 BZR
- Erhöhter Gebäudestandard nach Art. 77 BZR

#### 2 Zone für Sport- und Freizeitanlagen. (463)

- Zone für öffentliche Zwecke (ÖZ), Grünzone (GR), Zone für Sport- und Freizeitanlagen (SF), Freihaltezone (FR)
- Weitere Zonenbestimmungen: Bau einer unterirdischen Sammelparkierungsanlage für Sport-, Freizeit-, Wohn- und Arbeitsnutzungen unter dem Sportfeld zulässig

#### 3 Wohn- und Arbeitszone. (85)

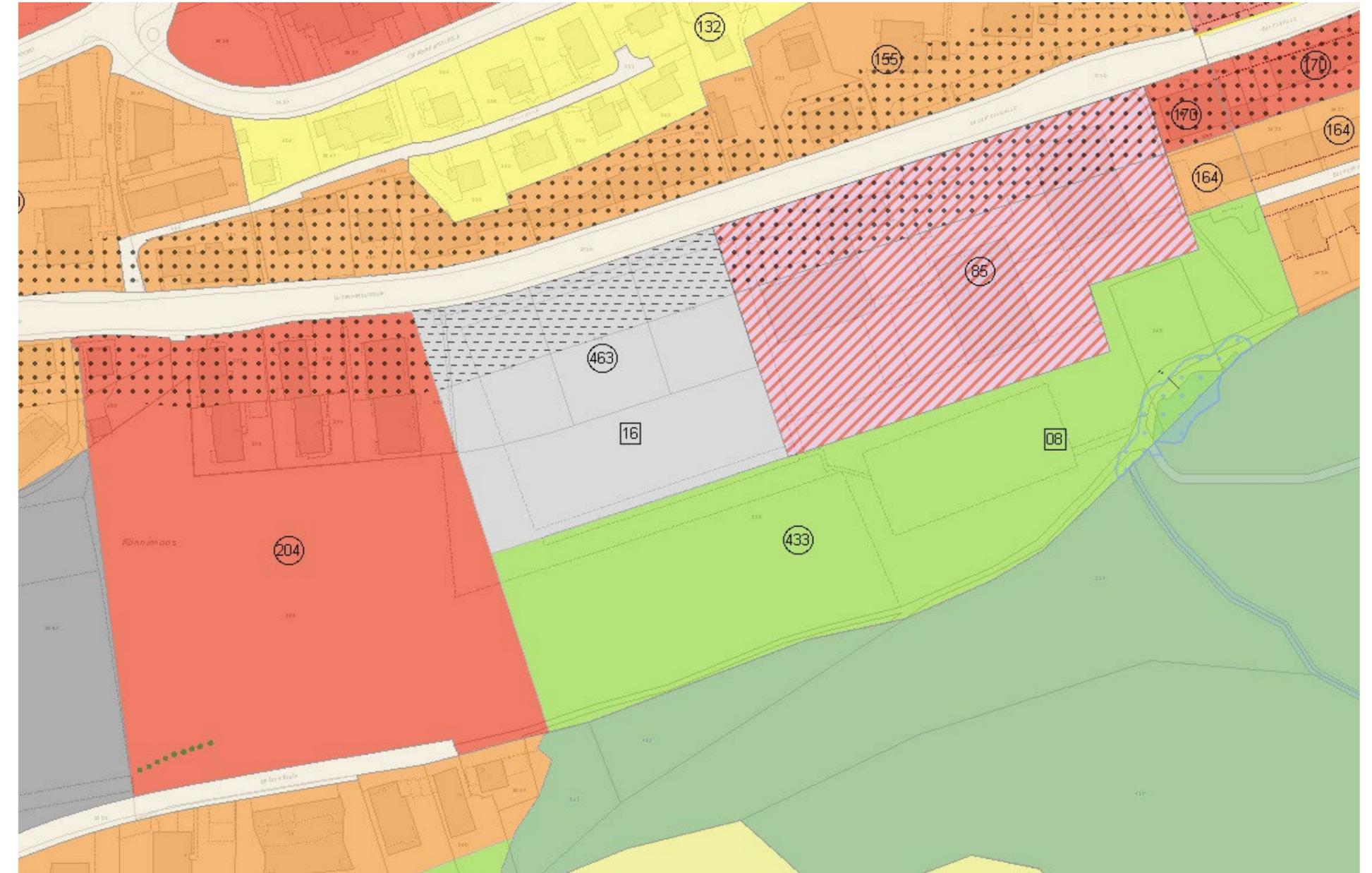
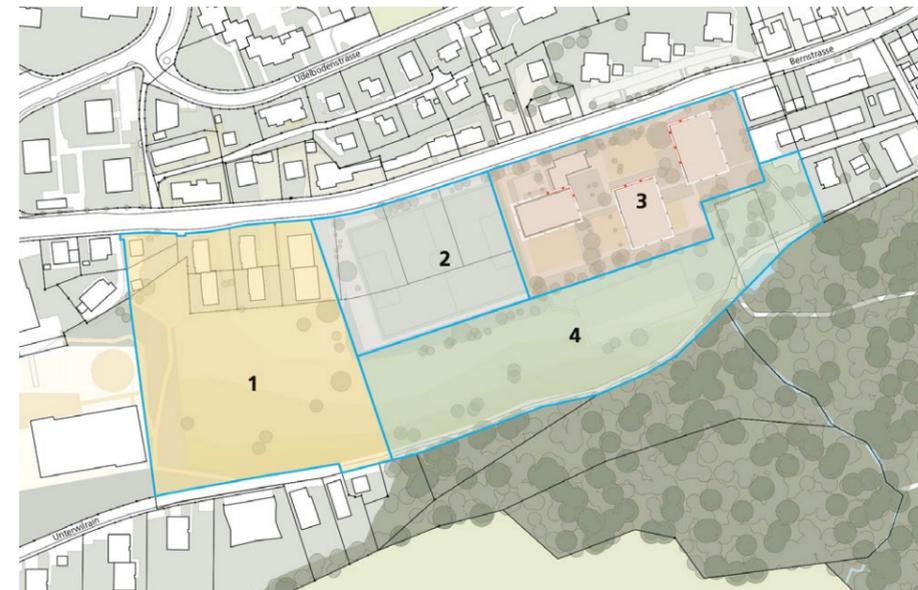
- ÜZ 0.23
- Gesamthöhe (GH) 10m
- Die GH ist ein Maximalwert
- Die Höhen sind mittels qualitätssicherndem Konkurrenzverfahren zu bestimmen
- Für den Wohnanteil gilt 100% gemeinnütziger Wohnungsbau gemäss Art. 46 BZR
- Erhöhter Gebäudestandard nach Art. 77 BZR

#### 4 Grünzone – Zweckbestimmung (433)

- Parkanlagen/Spielplätze/nutzungsbezogene Infrastrukturbauten
- Langsamverbindung, nutzungsbezogene Infrastruktur
- Biodiversitätsförderung: Förderung naturnaher Lebensräume, extensive Bewirtschaftung und Nutzung

### 8.2 Qualitätssicherung BZO

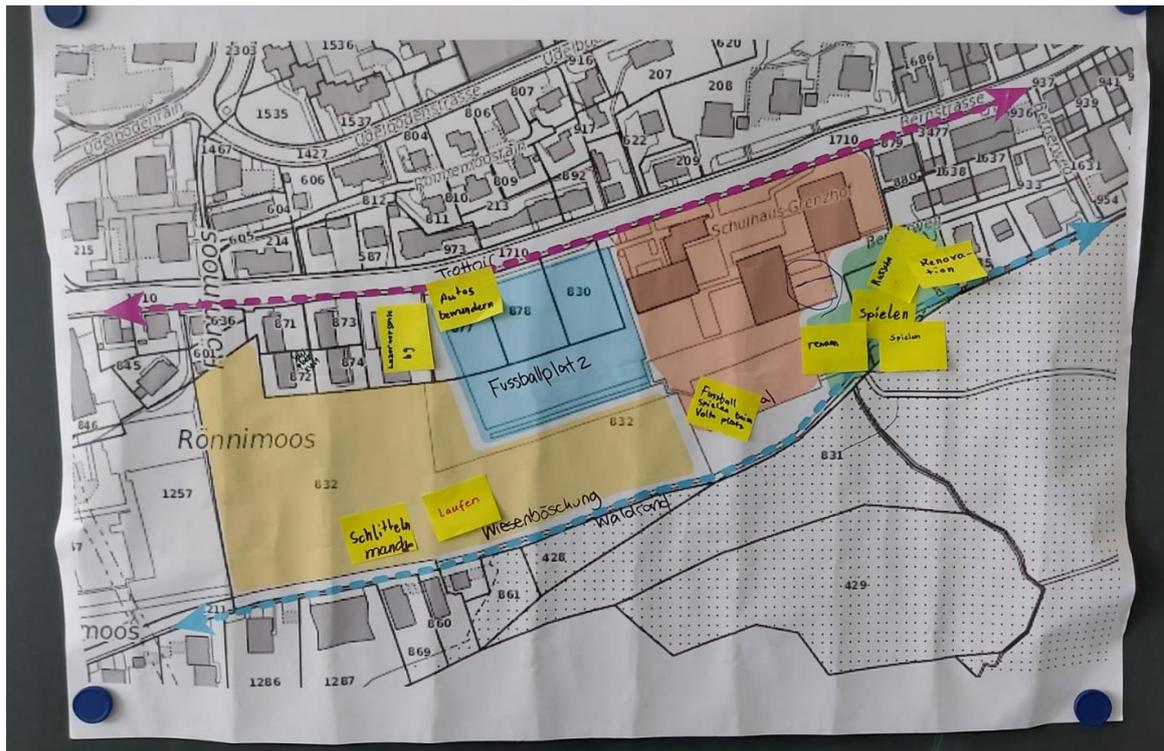
- Verpflichtung zur Durchführung eines Konkurrenzverfahrens auf den Baufeldern 1, 3
- Vorschrift zu erhöhtem Gebäudestandard auf den Baufeldern 1 und 3
- Gestaltungsplanpflicht auf Baufeld 1



## Analysebericht Gebietsentwicklung Grenzhof

Bedürfnisanalyse Kinder und Jugendliche

Quartierarbeit Littau und Basel-, Bernstrasse / Mai 2021



Stadt Luzern  
Quartierarbeit  
Daisy Kuliszkiwicz  
Fanghöfli 4  
6014 Luzern

[daisy.kuliskiewicz@stadtluzern.ch](mailto:daisy.kuliskiewicz@stadtluzern.ch)  
079 852 03 16

Stadt Luzern  
Quartierarbeit  
Christian Wenk  
Baselstrasse 72  
6003 Luzern

[christian.wenk@stadtluzern.ch](mailto:christian.wenk@stadtluzern.ch)  
041 241 10 09

Stadt Luzern  
Quartiere und Integration  
Hirschengraben 17  
6002 Luzern  
[www.quin.stadtluzern.ch](http://www.quin.stadtluzern.ch)

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Resultate Analysephase .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Nutzungen und Sektorenbewertung .....</b>	<b>3</b>
<b>2.2</b>	<b>Erwünschte Entwicklungen.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3</b>	<b>Anbindung und Erschliessung .....</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>Interpretation und Empfehlung der Quartierarbeit .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>Ausblick.....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Quellen .....</b>	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>Anhang .....</b>	<b>11</b>

# 1 Einleitung

Aufgrund der Möglichkeit eines Rückbaus des Schulhauses Grenzhof hat die Stadtplanung entschieden, das Schularéal und die umgebenen, unbebauten städtischen Areale neu zu denken. Dabei stehen Überlegungen zur Nutzung und Überbauung im Zentrum. In einem ersten Schritt wird eine städtebauliche Entwicklungsstudie erstellt. In diesem Rahmen wurden verschiedenste Player aus dem Quartier zu ihrer Nutzung des Areals befragt. Die städtische Quartierarbeit und Jugendarbeit übernehmen darin die Befragung der Kinder und Jugendlichen zu ihrer Nutzung des Perimeters. Aus den Resultaten dieser städtebaulichen Entwicklungsstudie wird dereinst eine Anpassung der Bauzonenordnung (BZO) resultieren.

Der vorliegende Analysebericht ergänzt das Dokument «Partizipationskonzept Gebietsentwicklung Grenzhof» und enthält die Zusammengefassten Rückmeldungen der Kinder aus der Analysephase sowie Empfehlungen der Quartierarbeit. Diese Informationen fließen gleichwertig zu den anderen durch die Stadtplanung befragten Player in die Entwicklungsstudie ein.

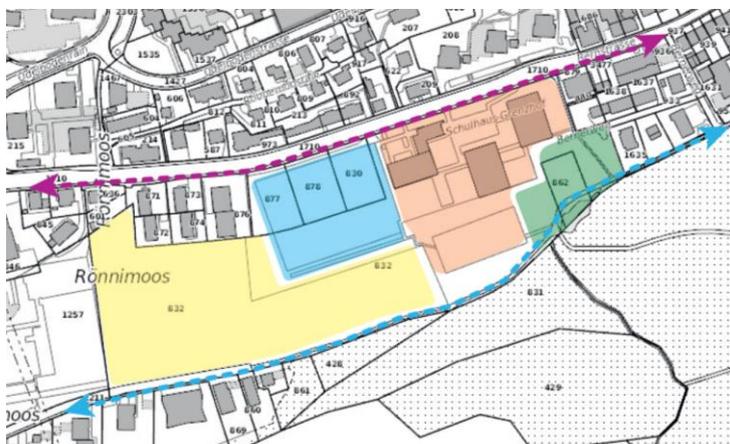
«Es gibt kaum einen Faktor, der den Alltag und die Entwicklung von Kindern mehr beeinflusst, als die räumliche Gestaltung des Wohnumfeldes und die damit verbundenen Möglichkeiten zum freien Spiel» (Blinkert et al. 2015). Mit Wohnumfeld sind Aktionsräume gemeint, in denen sich Kinder in ihrer Freizeit bewegen. Dazu können auch Aussenräume und die Umgebung von Schulanlagen gezählt werden.

## 2 Resultate Analysephase

Die Quartierarbeit hat auf Basis des Leitfadens der Stadtplanung «Gebietsentwicklung Grenzhof, Luzern, Erkennen von Identitäten, Entwicklungs-Motiven und Bedürfnissen: Der Leitfaden zur Durchführung qualitativer Stakeholder-Interviews» ein Workshop für Kinder und Jugendliche entwickelt. Dieser wurde in 3 Teile aufgebaut: Nutzungen und Sektorenbewertung, erwünschte Entwicklung, Anbindung und Erschliessung.

Befragt wurden 48 Kinder in zehn Gruppen aus den Schulhäusern Rönrimoos und Grenzhof sowie in zwei Gruppen 15 Jugendliche.

### 2.1 Nutzungen und Sektorenbewertung



Die Kinder und Jugendlichen schrieben auf welche Nutzungen sie in den folgenden Sektoren tätigen und was sie dafür brauchen. In einem zweiten Schritt benannten sie was sie im jeweiligen Sektor als positiv und als negativ empfinden und was ihnen dort fehlt.

### **Fussballplatz**

Die Nutzung des Fussballfeldes beschränkt sich im Moment auf Fussballtraining im Verein und die dazugehörigen Meisterschaftsspiele. Die Möglichkeit, den Fussballplatz auch in der Freizeit nutzen zu können wurde geäußert.

Auch die Jugendliche die befragt wurden, wünschen sich auf dem Rasenfeld Fussball spielen zu dürfen. Sie schauen während Trainings und Spiele des FC Südsterne von den Bänken her zu.

### **Schulareal**

Auf dem Schulareal spielen die Sportfelder (UEFA Fussball, Volleyball und Basketballfeld) eine wichtige Rolle. Sie werden von vielen Kindern genutzt. Alle drei Felder befinden sich aber in nicht so gutem Zustand und müssten renoviert werden.

Eine weitere Funktion dieses Sektors ist das Treffen von Freunden. Den Kindern fehlen dazu Sitzmöglichkeiten. «Mobile Sitzgelegenheiten oder solche, die so angelegt sind, dass Kommunikation möglich ist, Bänke und Tische für ein gemeinsames Essen und eine Feuerstelle am richtigen Ort genügen oft, um spontane Begegnungen im Alltag zu fördern. (Fachstelle SpielRaum, 2013, S. 4)» (in Anne Wegmüller, 2014, S).

Das aufgemalte Strassennetz zum Erlernen des Velofahrens wird von vielen Kindern genutzt und geschätzt. Die Kinder haben in mehreren Anläufen für die Erstellung eines solchen Verkehrsgarten gekämpft (Anm. der Autor\*innen).

Das Areal eignet sich für verschiedene Spiele wie Räuber und Poli, «15, 14,...» oder Verstecken, da es über Topografie, Verstecke und Nischen, aber auch über freie Flächen verfügt.

Den Kindern fehlt auf dem Areal ein offener Wasseranschluss um zu trinken oder für Wasser-schlachten. Zudem wünschen sie sich mehr Abfalleimer und eine bessere Reinigung des Areals.

Die Jugendliche halten sich ebenfalls auf dem Schulareal auf. Sie spielen hier gerne Fussball auf dem UEFA Fussballplatz. Sie finde es schade, dass dieser Platz manchmal geschlossen ist. Sie spielen auch gerne Volleyball, Basketball und Federball auf dem Schulareal. Zudem geben viele Jugendliche an, hier gerne zu chillen. Dafür brauchen sie einen Wasseranschluss, Sitzgelegenheiten, Licht und einen Unterstand.

### **Spielplatz**

Viele Kinder sind mit dem Spielplatz zufrieden. Insbesondere die Affenschaukel (Korbschaukel) das Drehteil (Seilkarussell) und die Rutschbahn werden positiv herausgestrichen, Allerdings sehen sie auf dem Spielplatz Erneuerungsbedarf (Rutschbahn, Häuschen bei der Rutschbahn, Grillstelle Brücke zwischen Baumhaus und Rutschbahn die abgerissen wurde).

Der Spielplatz bietet die Möglichkeiten für Spiele wie verstecken und Räuber und Poli dank seiner Topografie und Versteckmöglichkeiten.

Ergänzungsmöglichkeiten sehen die Kinder mit einem Trampolin, einer Kletterwand, mehr Abfalleimern und einem Dach/Schattenspender.

Die Jugendlichen spielen auf dem Spielplatz Ping Pong oder chillen. Von den Geräten nutzen sie die Korbschaukel und das Klettergerüst. Ein paar Jugendliche spielen da auch gerne Verstecken.

### **Strasse**

Die Kinder nutzen die Luzernerstrasse vor allem zum von A nach B zu kommen, zu Fuss oder mit dem Velo. Aus ihrer Sicht ist die Strasse zu breit, das Trottoir und der Velostreifen zu schmal. Zudem wünschen sie sich mehr Zebrastreifen auf der gesamten Höhe des besprochenen Perimeters.

### **Waldrand**

Der Waldrandweg wird von den Kindern zum Spazieren, Velofahren, Joggen oder als Verbindung zur Bibliothek oder der Zimmereggbadi genutzt. Geschätzt wird der Schatten, dass es schön ist, die Sitzmöglichkeit und teilweise die Kiesunterlage. Das Erweitern der Sitzmöglichkeiten und teilweise die Änderung der Unterlage in einen Asphaltbelag wurden als Verbesserungsmöglichkeiten genannt.

Jugendliche nutzen den Waldrandweg zum chillen oder zum Rauchen. Dafür ist dieser Ort gut geeignet, da er ruhig, in der Natur und ungestört ist. Hier treffen sie manchmal auf hässige Spaziergänger/Innen.

### **Wiesenböschung**

Die Wiesenböschung wird von den Kindern wenig genutzt. Einzig im Winter stellt sie eine Schlittelmöglichkeit dar, welche genutzt wird. Vereinzelt sind auch Mountainbiker auf der Wiese unterwegs. Die Kinder könnten sich an dieser Stelle einen weiteren Spielplatz oder eine Hundefreilaufzone vorstellen.

Die Jugendliche geben an auf diesen Platz ab und an zu schlitteln. Es sei einer der einzigen Stellen wo dies möglich ist. Negativ ist, dass der Weg zum Schlitteln nicht so lange ist.

## **2.2 Erwünschte Entwicklungen**

Wir haben den Kindern acht Entwicklungsschwerpunkten vorgelegt und haben sie darum gebeten diese aus ihrer Sicht zu gewichten. Die 48 Kinder konnten je acht Punkte vergeben. Zu den Entwicklungsschwerpunkten konnten sie dann spezifische Wünsche oder Ideen angeben.

### **Restaurants (106 Punkte)**

Die Kinder fänden es wichtig, dass es in diesem Gebiet mehr Restaurants hat. Die Meisten gaben als konkreten Wunsch DC Donalds an. Sonst wurde ein Kebab Restaurant mehrmals erwähnt. Restliche Ideen sind ein italienisches Restaurant, ein Panini Take Away, ein KFC, ein indisches oder arabisches Restaurant, ein Popeyes, eine Garten Terrasse und ein Burger King, MC Donalds und KFC in einem Restaurant.

Viele Kinder erwähnen, dass für sie ein Restaurant fehlt welches günstig ist. Sie wünschen sie auch in einem Restaurant als Ferienjob arbeiten zu können.

### **Einkaufsmöglichkeiten (94)**

Auch die Einkaufsmöglichkeiten scheinen den Kindern wichtig zu sein. Oft wird ein Kiosk als Wunsch genannt. Hier möchten sie Süssigkeiten kaufen können, sowie Snacks und Getränke. Auch

hier äussern sie den Wunsch, dass die in den Ferien hier arbeiten könnten. Auch könnte der Kiosk spezifisch für Kinder sein und günstig sein.

Sonstige Wünsche sind einen kleinen Laden, einen Denner, ein Gameladen /-outlet, eine Tankstelle oder einen Spielzeugladen.

Günstige Essensangebot und einen Kiosk kommen auch bei den Jugendlichen als Wünsche bei diesem Schwerpunkt vor.

### **Sportanlagen (58)**

Zu dieser Kategorie sind sehr viele Wünsche der Kinder zusammengekommen. Am meisten erwähnt wurden die drei bestehenden Sportfelder (Volleyball, Basketball, Fussball). Diese sollen erhalten bleiben. Gewünscht wurde weiter eine indoor Kletterhalle, ein Ort für das Geräteturnen und eine offene Turnhalle für alle.

Der allgemeine Tenor ist, dass das Gebiet sehr passend für noch mehr Sportanlagen wäre. Einerseits könnte die Turnhalle für indoor Angebote benutzt werden aber auch draussen könnte es verschiedene Angebote geben die immer nutzbar sind. Weiter wünschen sich die Kinder die Möglichkeit mit Trottis, Skateboards und Velos zu fahren, zum Beispiel auf einen Pumptrack.

Eine Badi im Wald wie die Zimmereggbadi würden sie auch begrüessen, da sie nicht alleine ins Zimmereggbadi gehen dürfen, weil es zu weit weg ist.

Die befragten Jugendlichen wünschen sich einen Volleyballplatz, einen Basketballplatz und einen Federballplatz. Sie wünschen sich zudem, dass der Fussballplatz nicht nur für Vereine zu betreten ist. Sie fänden es auch gut, wenn der UEFA Platz immer offen wären.

### **Spielplätze (57)**

Beim Thema Spielplätze bezogen sich die Wünsche der Kinder teilweise auf den bestehenden Spielplatz. Der Spielplatz soll grösser und renoviert werden. Eine steile Rutschbahn mit vielen Kurven ist gewünscht. Auch spezifische Geräte wie eine Affenschaukel, eine Drehbank und eine unterirdische Röhre sind erwähnt worden. Die Kinder erwähnten auch die alte Brücke die weggenommen wurde, welcher ihnen fehlt. Sie fänden es super, wenn wieder eine solche Brücke hinkommen würde.

Beim Spielplatz würden die Jugendlichen unbedingt den Ping Pong Tisch behalten. Sie finden, es braucht hier auch Büsche und Bäume und einen Unterstand.

### **Öffentliche Plätze (36)**

Bei diesem Entwicklungsschwerpunkt kamen von den Kindern verschiedene Wünsche wie ein Park mit Bänken, einen öffentlichen Spielplatz und ein Springbrunnen.

Zwei Gruppen haben den Wunsch, dass Hunde erlaubt sein müssten, geäussert.

Sonst fänden sie eine grosse Wiese mit Sitzmöglichkeiten, Bäumen und kleine Wege super.

Die Jugendliche von diesem Gebiet wünschen sich einen Wasseranschluss, Büsche, Bäume, einen Unterstand, mehr Licht, mehrere Bänkli und einen Teich. Sie hoffen, dass dieser Perimeter in der Zukunft ein ruhiger Ort sein kann, ohne Verkehr.

### **Wohnungen (25)**

Vier von zehn Gruppen haben diesem Entwicklungsschwerpunkt Gewicht gegeben. Neu gebaute Wohnungen in diesem Gebiet kämen wohnungslose Personen zu Gute und erhöhen gemäss den Kindern die Chance bei der eigenen, späteren Wohnungssuche.

### **Freizeitangebote (8)**

Die Kinder die dem Entwicklungsschwerpunkt Freizeitangebote Punkte zu geteilt haben, wünschen sich mehr offene Treffangebote für Kinder und Jugendliche wie das Piazza oder der Spielraum. Ein weiterer Wunsch ist ein Sommerlager (wie das Eriz Sommerlager) für die, die nicht in der Pfadi oder JuBla sind aber gerne an einem Lager teilnehmen würden.

## **2.3 Anbindung und Erschliessung**

Im letzten Teil des Workshops wurden die Kinder zu den Wegen die sie im Quartier machen und zu ihren Angstorten befragt.

Es zeigte sich, dass die Kinder und Jugendliche vor allem die beiden Hauptachsen Luzernerstrasse und den Waldrandweg nutzen. Als Querverbindungen werden vor allem die Möglichkeiten auf dem bisherigen Schulareal benutzt. Einzelne Kinder nutzen auch die Wiesenböschung um Wege abzukürzen. Hier werden vor allem die drei Eckpunkte Provisorium Grenzhof und Schulhaus Rönimoos mit dem Punkt zwischen Fussballplatz und Parzelle 872 verbunden. Eine Treppe zwischen Pavillion 2 und dem Provisorium wäre aus Sicht der Kinder wünschenswert.

Die Luzernerstrasse/Bernstrasse wird von den Kindern wie auch von den Jugendlichen als gefährlicher Ort empfunden. Mehr Querungsmöglichkeiten und mehr Platz für Fussgänger und Fussgängerinnen und Velofahrende würden die Problematik entschärfen. Beim Velofahren macht den Kindern die Unebenheit der Luzerner-/Bernstrasse zu schaffen.

### 3 Interpretation und Empfehlung der Quartierarbeit

Die Entwicklung des Gebiets Grenzhof bietet auch für Kinder und Jugendliche grosse Chancen. Im Moment mit dem Schulareal und dem Spielplatz sind sie wohl die wichtigste Nutzer- und Nutzerinnengruppe. Weil es auch im grösseren Umfeld das einzige grössere Gebiet ist, in dem Kinder gefahrlos auf eine attraktive Spielumgebung stossen empfiehlt die Quartierarbeit dieser Bevölkerungsgruppe in der Planung grosse Aufmerksamkeit zu schenken. Was es braucht, dass sich ein Gebiet für kindliches Spielen eignet kann dem Anhang entnommen werden.

Konkret bezogen auf die Entwicklung im Grenzhof ist die Topografie rund um die alte Schulanlage und auf dem Spielplatz hervorzuheben. Auch die daraus entstehenden Verstecke und Nischen sind für viele Kinderspiele wichtig und wertvoll. Deren Wichtigkeit kommt auch in den Gesprächen mit Jugendlichen hervor. Auch sie, suchen Nischen und Verstecke, ruhige Orte um sich aufzuhalten. Dass der ganze Innenbereich des Gebiets verkehrsfrei ist trägt zur Gefahrlosigkeit und Zugänglichkeit (vgl. Anhang) bei und soll, wenn immer möglich erhalten bleiben. Die bestehenden Sportanlagen (Basketballplatz, Uefafussballplatz, Volleyballfeld) ermöglichen gemeinsam mit der attraktiven Topografie das «Bewegen und Austoben», die Naturinseln und der Waldrand das «Erleben und Beobachten». «Treffen und Begegnen» ist im Moment möglich, könnte aber noch ausgebaut werden. Auch Jugendlichen treffen sich auf dem ehemaligen Schulareal und auf dem Spielplatz. Sie erleben wiederkehrend Konflikte mit Eltern von kleineren Kindern, Hauswarten und Spaziergängerinnen und Spaziergänger. Sie wünschen sich hier akzeptiert zu werden.

Betreffend Gestaltungs- und Veränderungsmöglichkeiten war bis anhin nicht viel zu machen. Die positiven Eigenschaften des Gebiets sollen, wenn immer möglich erhalten bleiben.

Der Bereich der Wiesenböschung wird bis anhin kaum von Kindern benutzt. Dort verorten wir Entwicklungspotential das wenige aktuelle Nutzungen verhindert.

Bei der Befragung nach den Entwicklungsschwerpunkten fällt auf, dass sich die Kinder vor allem für die zwei Schwerpunkte Gastronomie und Einkaufsmöglichkeiten ausgesprochen haben. Bei den Nachfragen, was sie sich genau wünschen sind dann aber mehr Nennungen im Bereich der Sportplätze, öffentlichen Plätze und Spielplätze gekommen. Auch waren die Entwicklungsideen in diesen Bereichen realistischer als jene in der Gastronomie und beim Einkauf. Hier ist auch zu erwähnen, dass die Kinder zwar gerne attraktive (Konsum-) Angebote hätten, sich aber auch wünschen, dass nicht zu viele Auswärtige Personen in das Quartier kommen. Aus unserer Sicht spricht das für eine Entwicklung, die vor allem den Bedürfnissen des Quartiers entspricht.

Neben den drei bestehenden Sportfeldern erfreut sich auch der Verkehrsgarten über eine grosse Beliebtheit. Sollte dieser nicht erhalten werden bleibt abzuklären, ob dieser evtl. im Rönimoos ersetzt werden könnte. Eine Erweiterung der frei zugänglichen Sportanlagen im Innen- und Aussenbereich ist gewünscht. Gerade um diese Angebote im Innenbereich zu schaffen sind evtl. auch betreute Freizeitangebote zu schaffen.

Auch wenn die Kinder Wohnen nicht als primäres Bedürfnis genannt haben ist dies auf dem Gebiet sicher möglich. Dabei ist darauf zu achten, dass der öffentliche Charakter des ganzen Areals erhalten bleibt. Gelingt dies im Bereich der neuen Wohnsiedlung kann die Entwicklung auch für Kinder ein Gewinn sein.

## 4 Ausblick

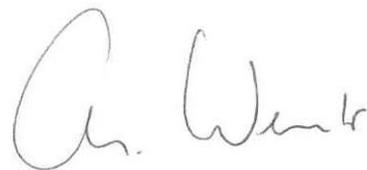
Die Resultate des vorliegenden Berichts werden von der Stadtplanung in die städtebauliche Entwicklungsstudie eingearbeitet. Die daraus entstehenden Resultate werden im Herbst 2021 durch die Quartierarbeit den Kindern wieder vorgestellt.

Luzern, 18.05.2021

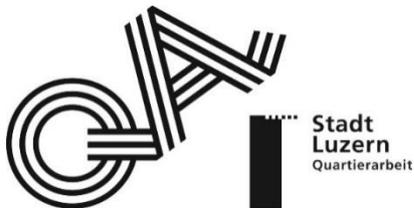


Daisy Kuliskiewicz  
Quartierarbeit Littau

Luzern, 18.05.2021



Christian Wenk  
Quartierarbeit Basel-, Bernstrasse



## 5 Quellen

Blinkert, Baldo; Höfflin, Peter; Schmieder, Alexandra; Spiegel, Jürgen (2015). *Raum für Kinder-spiel! Eine Studie im Auftrag des Deutschen Kinderhilfswerkes über Aktionsräume von Kindern in Ludwigsburg, Offenburg, Pforzheim, Schwäbisch Hall und Sindelfingen*. Lit Verlag.

Blinkert, Baldo & Höfflin, Peter (2016). *Freiraum für Kinder. Ergebnisse einer Umfrage im Rahmen der Freiraumkampagne der Stiftung Pro Juventute*. Zürich. Herausgeberin: Stiftung Pro Juventute.

Fachstelle SpielRaum (2013). *Grundlagen für Kinderfreundliche Wohnumfelder; Mit Hilfestellungen zur Planung, Gestaltung und Nutzung*. Gefunden am 15.07.2014, unter <http://www.spielraum.ch/download/leitfaden-kinderfreundliches-wohnumfeld.pdf>

Wegmüller, Anne (2014). *Das verborgene Potenzial vor der Haustüre. Wohnumfeldnahe Freiraumentwicklung unter Beteiligung von Kindern*. Luzern: Hochschule Luzern – Soziale Arbeit.

## 6 Anhang

### Raum für Kinderspiel

Die deutsche Studie «Raum für Kinderspiel» unter der Leitung von Baldo Blinkert, welche im Auftrag des Deutschen Kinderhilfswerkes im Jahr 2015 herausgegeben wurde, sowie die 2016 unter der gleichen Leitung in der Schweiz durchgeführten Umfrage der Pro Juventute «Freiraum für Kinder», kann vier Kriterien für kinderfreundliche Wohnumfelder festmachen:

1. Gefahrlosigkeit - in dem Sinne, dass Kinder in der Altersgruppe von 5 bis 9 Jahre in der Lage sind, Gefahren zu erkennen und damit umzugehen.
2. Zugänglichkeit – in dem Sinne, dass geeignete Spielorte für Kinder ab 5 Jahren erreichbar, in nicht allzu grosser Entfernung, nicht abgeschnitten durch unüberwindbare Barrieren oder unzugänglich aufgrund von Verboten sind.
3. Gestaltbarkeit – in dem Sinne, dass Kinder in einem solchen Territorium eigene Gestaltungsmöglichkeiten haben, mit dem Raum etwas anfangen können und ihn darum gerne nutzen.
4. Interaktionschancen mit Gleichaltrigen – in dem Sinne, dass Kinder Gelegenheit haben, mit anderen Kindern etwas zu unternehmen und spielerisch in die Interaktion zu treten.

### Spiel- und Aufenthaltsbereiche

Anne Wegmüller (2014, S. 33f) beschreibt, auf welche Kriterien in der Planung, Gestaltung und Nutzung von unmittelbaren kinderfreundlichen Wohnumfeldern geachtet werden soll. Da sie sich dabei auf Spiel- und Aufenthaltsbereiche von Kinder bezieht und sich Schulanlagen in der Regel im unmittelbaren Wohnumfeld der Kinder befinden, können diese Erkenntnisse auch für die Gestaltung von deren Aussenräumen beigezogen werden. Sie erläutert, mit welchen gestalterischen Elementen den unterschiedlichen Aktivitäten von Kindern Rechnung getragen werden kann:

#### **«Bewegen und Austoben**

*Kinder sind oft in Bewegung. Der kindliche Bewegungsdrang ist vielseitig: klettern, hüpfen, springen, rutschen, balancieren, springen usw. Dieser Vielseitigkeit wird ein kinderfreundliches Wohnumfeld gerecht. Für das freie Bewegen sind offene Spielwiesen genauso wichtig wie Bäume und Mauern, die als Hindernisse dienen können. Ein Hartplatz eignet sich für Ballspiele und den Gebrauch von Fahrzeugen. Topografische Strukturen wie Mulden und Hügel werden erklommen oder bekrochen. Hüpfsteine oder liegende Baumstämme eignen sich zum Balancieren (Fachstelle SpielRaum, 2013, S. 3).*

#### **Gestalten und Bauen**

*Kinder wollen verändern und Spuren hinterlassen können. Dafür brauchen sie unstrukturierte Räume, in denen die Nutzungsmöglichkeiten und das Ergebnis nicht vorgegeben sind. Kinder werden dadurch zum Bauen, Verändern und Gestalten angeregt. Ein Sand-Wasser Bereich lädt zum Spritzen, Stauen, Bauen und Graben ein. Lose Naturmaterialien wie Steine, Äste, Blätter, aber auch Gegenstände wie Bretter, Tücher, Kisten usw. eignen sich vorzüglich für diesen Bereich. (Fachstelle SpielRaum, 2013, S. 3).*

#### **Erleben und Beobachten**

*Kinder begegnen der Aussenwelt mit viel Neugierde und Offenheit. Sie sind exzellente Forscher\*innen und Beobachter\*innen. Ein naturnah gestaltetes und gepflegtes Wohnumfeld bietet viele Möglichkeiten, dieser kindlichen Berufung nachzugehen. In einer grossen Pfütze oder einem kleinen Biotop gibt es vieles zu entdecken. Essbare Früchte und Beeren, aber auch Kräuter sorgen für kulinarische Erlebnisse. Eine kleine Pflanzfläche bietet Möglichkeiten für Gartenexperimente. (Fachstelle SpielRaum, 2013, S. 3).*

#### **Verstecke und Nischen**

*Kinder schätzen Nischen und Verstecke, in die sie sich zurückziehen können, ungestört und unbeobachtet spielen oder Geheimnisse austauschen können. Mögliche Verstecke sind Baum, oder Weidenhäuser. Gerne suchen sich Kinder jedoch auch Zwischenräume und Nischen unter einer Treppe,*

*in einer Ecke oder Wildhecke als Rückzugsorte. Das bewusste Schaffen von kleinräumigen, naturnahen Strukturen ist zentral, damit Kinder diesem Bedürfnis nachgehen können. (Fachstelle SpielRaum, 2013, S. 4).*

### **Treffen und Begegnen**

*An Orten, an denen Kinder spielen, treffen sich auch erwachsene Bezugspersonen. Begegnungsräume für unterschiedliche Nutzungsgruppen sind daher ein wichtiges Element für ein familienfreundliches Wohnumfeld. Mobile Sitzgelegenheiten oder solche, die so angelegt sind, dass Kommunikation möglich ist, Bänke und Tische für ein gemeinsames Essen und eine Feuerstelle am richtigen Ort genügen oft, um spontane Begegnungen im Alltag zu fördern. (Fachstelle SpielRaum, 2013, S. 4).» (in Anne Wegmüller, 2014, S)*

### **Fazit**

Kinder sind in ihrer Entwicklung massgebend auf kinderfreundliche Räume angewiesen. Damit diese Räume der kindlichen Entwicklung gerecht werden können, müssen sie im unmittelbaren Wohnumfeld liegen, zugänglich, gestaltbar und relativ gefahrenlos sein und Interaktionsmöglichkeiten mit gleichaltrigen bieten (Blinkert, 2015). Zudem müssen sie unterschiedlichen Anforderungen von Kindern durch verschiedene Spiel- und Aufenthaltsbereiche gerecht werden können.



---

**Bildungs- und Kulturdepartement**

8. Juni 2020 RUA

**ENTSCHEID**

Verwaltungsbeschwerde:	Denkmalpflege: Verwaltungsbeschwerde vom 10. September 2018 gegen den Entscheid der Dienststelle Hochschulbildung und Kultur vom 8. August 2018 betreffend Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof (R-2018-651)
Beschwerdeführerin:	Stadt Luzern, Hirschengraben 17, 6002 Luzern, handelnd durch den Stadtrat Luzern, dieser vertreten durch Franz Hess und/oder Bruno Schwegler, Egli/Hess/Schwegler, Rechtsanwälte und Notare, Kirchweg 16, Postfach 136, 6048 Horw
Vorinstanz:	Dienststelle Hochschulbildung und Kultur, Bahnhofstrasse 18, 6002 Luzern
Instruktion:	Bildungs- und Kulturdepartement des Kantons Luzern, Rechtsdienst

**Sachverhalt:**

1. Die Schulanlage Grenzhof befindet sich an der Luzernerstrasse 7 in der Stadt Luzern. Sie umfasst das Grundstück Nr. 832 (Grundbuch Luzern-Littau) und die vier darauf liegenden Gebäudeteile (Gebäudenummern 780, 780a, 780b, 780c). Die Schulanlage steht im Eigentum der Stadt Luzern und ist im kantonalen Bauinventar als schützenswert eingetragen.

2. Mit Antrag an die Dienststelle Hochschulbildung und Kultur vom 27. März 2018 ersuchte die Denkmalkommission des Kantons Luzern, die Schulanlage Grenzhof in das kantonale Denkmalverzeichnis einzutragen. Ihren Antrag begründete die Denkmalkommission im Wesentlichen damit, die Schulanlage Grenzhof sei ein ausgezeichneter Vertreter der Pavillon-Schulbau-Architektur der Nachkriegszeit. Mit ihrer reinen Beton-Stahlkonstruktion nehme sie eine Sonderstellung im Schulbau des Kantons Luzern ein und sei auch auf nationaler Ebene ein seltenes Beispiel dieser Konstruktionsweise. Zudem habe die Schulanlage Grenzhof einen ausserordentlichen städtebaulichen und sozialräumlichen Situationswert.

3. In ihrer Stellungnahme vom 16. Mai 2018 beantragte die Stadt Luzern als Eigentümerin und Standortgemeinde der Schulanlage Grenzhof, es sei auf eine Unterschutzstellung zu verzichten. Eventualiter sei für den Fall der Unterschutzstellung festzustellen, dass sämtliche baulichen Massnahmen und Massnahme zur Schadstoffsanierung beitragsberechtigt seien. Als Begründung führte die Stadt Luzern im Wesentlichen an, eine Sanierung sei mit unverhältnismässig hohen Kosten und erheblichen Eingriffen in die Substanz des Denkmals verbunden. Aufgrund des geplanten Erweiterungsneubaus Rönimoos werde die Schulanlage

Grenzhof in Zukunft nicht mehr als Schule genutzt. Durch die Zusammenlegung der Schulanlagen Grenzhof und Rönningmoos ergäben sich klare Vorteile für den Schulbetrieb. Zudem würden durch einen Abriss der Schulanlage Grenzhof Freiräume entstehen, die für die Erstellung gemeinnützigen Wohnraums genutzt werden könnten.

4. Mit Schreiben vom 28. Juni 2018 teilte die Dienststelle Hochschulbildung und Kultur der Stadt Luzern den voraussichtlichen Entscheid mit und gab ihr Gelegenheit, sich noch einmal zur Sache zu äussern. Davon machte die Stadt Luzern mit Schreiben vom 10. Juli 2018 Gebrauch.

5. Mit Entscheid vom 8. August 2018 verfügte die Dienststelle Hochschulbildung und Kultur die Eintragung der Schulanlage Grenzhof in das kantonale Denkmalverzeichnis. Der Eventualantrag der Stadt Luzern, es sei festzustellen, dass sämtliche baulichen Massnahmen und Massnahmen zur Schadstoffsanierung beitragsberechtigt sind, wurde abgewiesen.

6. Gegen diesen Entscheid reichte die Stadt Luzern (nachfolgend Beschwerdeführerin), handelnd durch den Stadtrat und dieser vertreten durch die rubrizierten Rechtsanwälte, am 10. September 2018 Verwaltungsbeschwerde beim Bildungs- und Kulturdepartement ein und stellte die folgenden Anträge:

1. Der Entscheid der Dienststelle Hochschulbildung und Kultur vom 8. August 2018 sei aufzuheben.
2. Die Schulanlage Grenzhof (Grundstück Nr. 832, GB Luzern-Littau; Gebäude Nrn. 780, 780a, 780b, 780c) sei nicht in das kantonale Denkmalverzeichnis aufzunehmen und aus dem Bauinventar zu entlassen.
3. Eventuell sei für den Fall der Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof Luzern festzustellen, dass sämtliche baulichen Massnahmen und Massnahmen zur Schadstoffsanierung nach dem Gesetz über den Schutz der Kulturdenkmäler vom 8. März 1960 beitragsberechtigt sind. Im Weiteren seien der Prozentsatz festzulegen und Aussagen zur voraussichtlichen Höhe des kantonalen Beitrages zu treffen.
4. Unter Kosten- und Entschädigungsfolgen zu Lasten der Vorinstanz.

7. Mit Eingabe vom 23. November 2018 nahm die Dienststelle Hochschulbildung und Kultur (nachfolgend Vorinstanz) innert erstreckter Frist zur Beschwerde Stellung und reichte die vorinstanzlichen Akten ein.

8. Mit Replik vom 28. Februar 2019 nahm die Beschwerdeführerin innert erstreckter Frist Stellung zur Vernehmlassung der Vorinstanz und hielt an ihren Anträgen fest.

9. Am 6. August 2019 gab die Beschwerdeführerin ein Gutachten über die allfälligen rechtlichen Risiken einer Vermietung der Räumlichkeiten des Schulhauses Grenzhof an Dritte zu den Akten.

10. Am 3. September 2019 reichte der Kantonschemiker den von der Instruktionsbehörde am 28. Juni 2019 verlangten Amtsbericht über die Schadstoffbelastung der Schulanlage Grenzhof ein.

11. Mit Schreiben vom 4. September 2019 wurde der Amtsbericht des Kantonschemikers der Beschwerdeführerin und der Vorinstanz unter Ansetzung einer Frist von 20 Tagen zur Einreichung einer allfälligen Stellungnahme zugestellt.

12. Mit Eingabe vom 17. September 2019 teilte die Vorinstanz dem Bildungs- und Kulturdepartement mit, dass sie auf eine Stellungnahme zum Amtsbericht verzichte.

13. Am 25. Oktober 2019 reichte die Beschwerdeführerin innert erstreckter Frist eine Stellungnahme zum Amtsbericht des Kantonschemikers ein. Diese Stellungnahme wurde der Vorinstanz zur Kenntnis zugestellt.

Auf die weiteren Ausführungen der Verfahrensbeteiligten und die eingereichten Akten wird – sofern entscheidungswesentlich – in den nachfolgenden Erwägungen eingegangen.

## Erwägungen:

1. Die Beschwerde richtet sich gegen den Unterschutzstellungsentscheid der Vorinstanz vom 8. August 2018. Gemäss § 2 Abs. 1 des Gesetzes über den Schutz der Kulturdenkmäler vom 8. März 1960 (DSchG; SRL Nr. 595) werden Kulturdenkmäler von erheblichem wissenschaftlichem, künstlerischem, historischem oder heimatkundlichem Wert, die besonders schutzwürdig sind, in das kantonale Denkmalverzeichnis eingetragen. Über die Eintragung entscheidet die Dienststelle Hochschulbildung und Kultur (vgl. § 21 DSchG in Verbindung mit [i.V.m.] § 1 der Verordnung zum Gesetz über den Schutz der Kulturdenkmäler [SRL Nr. 595a]). Gemäss § 25a DSchG richtet sich der Rechtsweg gegen Entscheide nach diesem Gesetz nach den allgemeinen Vorschriften des Gesetzes über die Verwaltungsrechtspflege vom 3. Juli 1972 [VRG; SRL Nr. 40]. Gemäss § 142 Abs. 1b VRG fungiert das sachlich zuständige Departement als Beschwerdeinstanz bei Beschwerden gegen Entscheide von unteren Instanzen der kantonalen Verwaltung. Das Bildungs- und Kulturdepartement ist deshalb für die Beurteilung der vorliegenden Beschwerde zuständig (vgl. § 3 Abs. 1i der Verordnung über die Aufgaben der Departemente und der Staatskanzlei sowie die Gliederung der Departemente in Dienststellen vom 6. Mai 2003, SRL Nr. 37).

2. Der Sachentscheid setzt gemäss § 107 Abs. 2 VRG neben der bereits erwähnten Zuständigkeit der angerufenen Behörde unter anderem die Partei- und Verfahrensfähigkeit der Parteien, die Vertretungsbefugnis der Parteivertreter, die frist- und formgerechte Einreichung der Beschwerde sowie die Befugnis zur Rechtsvorkehr bzw. die Rechtsmittelbefugnis (vgl. § 129 VRG) voraus. Ferner setzt die Erhebung einer Beschwerde gemäss § 142 Abs. 1 VRG voraus, dass ein anfechtbarer Entscheid im Sinne von § 4 VRG vorliegt.

2.1. Vorliegend sind die Partei- und Verfahrensfähigkeit der Stadt Luzern als öffentlich-rechtliche Körperschaft sowie die Vertretungsbefugnis der Parteivertretung ohne weiteres als erfüllt zu betrachten. Auch erfolgte die Beschwerdeerhebung frist- und formgerecht. Der angefochtene Unterschutzstellungsentscheid tangiert die Stadt Luzern als Eigentümerin der Schulanlage Grenzhof in ihrer Rechtsposition, weshalb er einen anfechtbaren Entscheid im Sinne von § 4 VRG darstellt. Gemeinwesen bzw. öffentlich-rechtliche Körperschaften sind jedenfalls dann beschwerdebefugt, wenn sie in gleicher oder ähnlicher Weise wie eine Privatperson betroffen sind (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Luzern vom 23. Dezember 2008, V 08 284, E. 1c mit Hinweisen auf die bundesgerichtliche Rechtsprechung zu Art. 89 BGG). Dies ist vorliegend der Fall, weshalb die Stadt Luzern zur Beschwerdeerhebung legitimiert ist (vgl. § 129 VRG). Auf die Beschwerde der Stadt Luzern ist deshalb unter Vorbehalt der nachfolgenden Erwägung einzutreten.

2.2. Der Umfang der Tätigkeit der Rechtsmittelbehörde wird durch den Streitgegenstand umrissen. Gegenstand des Beschwerdeverfahrens kann nur sein, was auch Gegenstand der erstinstanzlichen Verfügung war oder nach richtiger Gesetzesauslegung hätte sein müssen (vgl. LGVE 2007 III Nr. 6). Folglich ergibt sich der Streitgegenstand im System der nachträglichen Verwaltungsrechtspflege aus der angefochtenen Verfügung und den beschwerdeweise gestellten Begehren. Er umfasst das Rechtsverhältnis, das den – aufgrund der Beschwerdebegehren effektiv angefochtenen – Verfügungsgegenstand bildet (Urteil des Kantonsgerichtes vom 5. Mai 2015, 5V 14 525, E. 3.1).

2.2.1. Gegenstand des angefochtenen Entscheides ist die Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof. Der in diesem Zusammenhang von der Beschwerdeführerin gestellte Eventualantrag, es sei festzustellen, dass sämtliche baulichen Massnahmen und Massnahmen zur Schadstoffsanierung nach dem Denkmalschutzgesetz beitragsberechtigt sind, wurde abgewiesen. Damit wurde auch der Rahmen des Streitgegenstandes des vorliegenden Beschwerdeverfahrens vorgegeben. Vor diesem Hintergrund hat der Antrag der Beschwerdeführerin, die Schulanlage Grenzhof sei nicht in das kantonale Denkmalverzeichnis aufzunehmen, keine selbständige Bedeutung. Dieser Antrag wird durch den Antrag auf Aufhebung des vorinstanzlichen Entscheides konsumiert, weshalb darauf nicht eingetreten werden kann.

2.2.2. Näher zu betrachten ist nachfolgend der Antrag der Beschwerdeführerin auf Entlassung aus dem Bauinventar. Aus den Verfahrensakten ergibt sich, dass die Stadt Luzern die Vorinstanz mehrmals über ihre Absichten informierte, die Schulanlage Grenzhof abzureissen. In diesem Zusammenhang ersuchte die Beschwerdeführerin die Vorinstanz darum, die Schulanlage Grenzhof nicht unter Denkmalschutz zu stellen bzw. einem Abbruch zuzustimmen. Aufgrund der Korrespondenz zwischen den Verfahrensbeteiligten war es für die Beschwerdeführerin ersichtlich, dass ein Unterschutzstellungsverfahren im Gang war. Die beabsichtigte Unterschutzstellung wurde der Stadt Luzern mit Schreiben der Vorinstanz vom 20. April 2018 bekannt gegeben und die Beschwerdeführerin erhielt Gelegenheit, dazu Stellung zu nehmen. In ihrer Stellungnahme vom 16. Mai 2018 beantragte die Stadt Luzern, die Schulanlage Grenzhof sei nicht unter Schutz zu stellen und es sei eventualiter festzustellen, dass sämtliche baulichen Massnahmen beitragsberechtigt seien. Ein Antrag der Beschwerdeführerin auf Entlassung der Schulanlage Grenzhof aus dem Bauinventar wurde – formell gesehen – nicht gestellt. Aus der Tatsache, dass die Beschwerdeführerin die zuständige Dienststelle um eine Zustimmung zum Abbruch der Schulanlage ersuchte, kann nicht geschlossen werden, es sei ein formelles Gesuch um Entlassung aus dem Bauinventar eingereicht worden. Vor diesem Hintergrund war die Vorinstanz auch nicht gehalten, im Rahmen der nun angefochtenen Verfügung über die Entlassung der Schulanlage aus dem Bauinventar zu befinden. Die Stadt Luzern hätte einen Antrag auf den Erlass eines Feststellungsentscheides im Sinne von § 1c Abs. 2 DSchG stellen und ihr schutzwürdiges Interesse an der Feststellung begründen müssen, damit die Vorinstanz über eine allfällige Entlassung aus dem Bauinventar zu befinden hätte. Mit ihrem nun beschwerdeweise gestellten Antrag auf Entlassung aus dem Bauinventar dehnt die Beschwerdeführerin in unzulässiger Weise den Gegenstand des vorinstanzlichen Verfahrens aus. Folglich kann auf diesen Antrag ebenfalls nicht eingetreten werden.

2.3. Zusammenfassend ergibt sich, dass auf die Beschwerde einzutreten ist, sofern damit die Aufhebung des vorinstanzlichen Entscheides und eventualiter die Feststellung beantragt wird, dass sämtliche baulichen Massnahmen nach dem DSchG beitragsberechtigt seien. Auf die Anträge der Beschwerdeführerin betreffend Nichtaufnahme in das kantonale Denkmalverzeichnis und betreffend Entlassung aus dem Bauinventar kann hingegen nicht eingetreten werden.

3. Die Beschwerdeinstanz verfügt im System der verwaltungsinternen Rechtspflege über unbeschränkte Überprüfungsbefugnis (§ 144 VRG). Danach können die unrichtige oder unvollständige Feststellung des rechtserheblichen Sachverhalts (§ 144 Abs. 1a VRG), die unrichtige Rechtsanwendung (§ 144 Abs. 1b VRG) sowie die unrichtige Handhabung des Ermessens (§ 144 Abs. 1c VRG) gerügt werden (vgl. auch LGVE 2006 III Nr. 13, E. 2).

3.1. Im Beschwerdeverfahren können die Parteien und die Vorinstanz neue Tatsachen geltend machen und neue Anträge stellen (§ 145 VRG). Soweit sich aus der Natur der Streitsache nichts anderes ergibt, sind die tatsächlichen und rechtlichen Verhältnisse im Zeitpunkt des Beschwerdeentscheides massgebend (§ 146 VRG). Die Beschwerdeinstanz ist an die Anträge der Parteien nicht gebunden. Sie kann den angefochtenen Entscheid zugunsten oder zuungunsten einer Partei ändern (§ 147 VRG; vgl. auch LGVE 2007 III Nr. 6, E. 2.2).

3.2. Das vorliegende Verfahren ist vom Untersuchungsgrundsatz (§ 53 VRG) und vom Prinzip der Rechtsanwendung von Amtes wegen (§ 37 Abs. 2 VRG) beherrscht. Massgebend ist ausserdem der Rügegrundsatz, der aus der Vorschrift der Begründungspflicht abgeleitet wird (vgl. § 133 Abs. 1 i.V.m. § 55 VRG). Danach prüft die Beschwerdeinstanz nicht, ob sich der angefochtene Entscheid unter schlechthin allen in Frage kommenden Aspekten bewährt, sondern es werden nur die vorgebrachten Rügen und Beanstandungen untersucht (vgl. LGVE 2010 III 9, E. 3; LGVE 2005 I Nr. 41, E. 3).

4. Die Beschwerdeführerin macht unter anderem eine Verletzung des Anspruches auf rechtliches Gehör geltend. Diese Rüge ist vorab zu behandeln, da sie allenfalls zu einer Aufhebung des Entscheides aus formellen Gründen führen kann.

4.1. In diesem Zusammenhang bringt die Beschwerdeführerin zunächst vor, die Vorinstanz habe im Rahmen ihrer Interessenabwägung lediglich pauschal festgehalten, die einzelnen Sanierungsmassnahmen seien möglich, finanziell tragbar und denkmalpflegerisch vertretbar, ohne jedoch darzulegen, welche Sanierungsmassnahmen tatsächlich notwendig seien und welche Kosten dadurch entstehen würden. Damit habe die Vorinstanz die vorliegend geltenden, hohen Anforderungen an die Begründungsdichte nicht erfüllt.

4.2. In ihrer Vernehmlassung vom 23. November 2018 widerspricht die Vorinstanz diesem Vorwurf. Sie macht geltend, sämtliche von der Beschwerdeführerin vorgebrachten Aspekte seien in die Begründung eingeflossen. Soweit die Beschwerdeführerin anführe, die Vorinstanz hätte relevante Abklärungen in einzelnen Punkten unterlassen, tangiere dies die Frage der Abklärungspflicht nicht jedoch den Anspruch der Beschwerdeführerin auf rechtliches Gehör.

4.3. In der Replik vom 28. Februar 2019 bringt die Beschwerdeführerin vor, die Tatsache, dass die Vorinstanz keine bzw. nur oberflächliche Abklärungen zu den notwendigen Sanierungsmassnahmen vorgenommen habe, hätte zweifellos direkte Auswirkungen auf die Begründung des vorinstanzlichen Entscheides. Aufgrund der unzureichenden Sachverhaltsabklärungen der Vorinstanz beruhe der angefochtene Entscheid auf einer ungenügenden Begründungsdichte, weshalb der Beschwerdeführerin eine fundierte, sachgerechte Anfechtung des strittigen Entscheides gar nicht möglich gewesen sei.

4.4. Gemäss Art. 29 Abs. 2 der Bundesverfassung der Schweizerischen Eidgenossenschaft (SR 101; BV) haben die Parteien Anspruch auf rechtliches Gehör, wovon die Begründungspflicht einen wesentlichen Bestandteil darstellt. Die Begründung soll verhindern, dass sich die Behörde von unsachlichen Motiven leiten lässt, und dem Betroffenen ermöglichen, die Verfügung gegebenenfalls sachgerecht anzufechten. Dies ist nur möglich, wenn sowohl er wie auch die Rechtsmittelinstanz sich über die Tragweite des Entscheids ein Bild machen können. In diesem Sinn müssen wenigstens kurz die Überlegungen genannt werden, von denen sich die Behörde hat leiten lassen und auf welche sich ihr Entscheid stützt. Dies bedeutet indessen nicht, dass sie sich ausdrücklich mit jeder tatbestandlichen Behauptung und jedem rechtlichen Einwand auseinandersetzen muss. Vielmehr kann sie sich auf die für den Entscheid wesentlichen Gesichtspunkte beschränken (BGE 129 I 232, E. 3.2, 126 I 97, E. 2b mit Hinweisen). Umfang und Dichte der Begründung richten sich nach den Umständen (BGE 133 I 270, E. 3). Der Umfang des Anspruchs hängt u.a. von der Komplexität des Falls und von der Intensität der Betroffenheit ab, welche ein Entscheid bewirkt. Je grösser die Gefahr einer Beeinträchtigung schutzwürdiger Interessen ist, je bedeutsamer diese sind und je grösser der Ermessensspielraum einer Behörde ist, desto umfassender ist das rechtliche Gehör zu gewähren (vgl. LGVE 1993 II Nr. 17, E. 3a). Wie bei Ermessensfragen allgemein geboten, ist dabei den vor Ort anzutreffenden Verhältnissen in angemessener Detailliertheit Rechnung zu tragen und im Rahmen einer Interessenabwägung aufzuzeigen, wie die involvierten Aspekte gewichtet werden (vgl. Urteil des Kantonsgerichts Luzern 7H 15 313 vom 15. November 2013, E. 3.3.1). Die Pflicht der Behörden, ihre Entscheide zu begründen, ist auch im kantonalen Verfahrensrecht verankert (vgl. § 110 Abs. 1c i.V.m. § 111 VRG). Der Inhalt von § 110 Abs. 1c VRG entspricht allerdings weitgehend den vom Bundesgericht zu Art. 29 Abs. 2 BV entwickelten Grundsätzen, weshalb dem kantonalen Verfahrensrecht vorliegend keine besondere Bedeutung zukommt (vgl. LGVE 2000 III Nr. 12, E. 2; LGVE 1999 II Nr. 3, E. 4b).

4.5. Der vorliegend angefochtene Entscheid umfasst acht Seiten und legt die für die Entscheidungsfindung der Vorinstanz wesentlichen Argumente (hohe Schutzwürdigkeit der streitbetroffenen Schulanlage und Verhältnismässigkeit der Unterschutzstellung) dar. Die Vorbringen der Beschwerdeführerin wurden von der Vorinstanz denn auch tatsächlich gehört, sorgfältig

geprüft und letztlich auch berücksichtigt. Der Beschwerdeführerin war es auch ohne Weiteres möglich, den Entscheid der Vorinstanz sachgerecht anzufechten. Insbesondere in Bezug auf die von der Beschwerdeführerin beanstandete Sachverhaltsabklärung kann festgehalten werden, dass die Vorinstanz auf die wichtigsten Argumente der Stadt Luzern einging und auf verschiedene, sich in den Akten befindende Berichte verwies, was im Hinblick auf die vorstehend zitierte Rechtsprechung zulässig ist. Eine Verletzung der Anforderungen an die Begründungsdichte ist daher nicht ersichtlich. Wie die Vorinstanz in ihrer Vernehmlassung zu Recht erklärt, zielen die Argumente der Beschwerdeführerin vielmehr auf eine inhaltliche Überprüfung der Sachverhaltsabklärung ab, was jedoch nicht Gegenstand der Begründungspflicht ist. Die Tatsache, dass die Beschwerdeführerin mit den Erwägungen des angefochtenen Entscheides nicht einverstanden ist, betrifft die materielle Würdigung der verschiedenen Argumente bzw. Interessen.

4.6. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Vorinstanz die Begründungspflicht als Teilgehalt des Anspruches auf rechtliches Gehör gemäss Art. 29 Abs. 2 BV und § 110 Abs. 1c VRG nicht verletzt hat.

5. Bei der Beurteilung der Schutzwürdigkeit der Schulanlage Grenzhof stützt sich die Vorinstanz im angefochtenen Entscheid weitgehend auf ein als «denkmalpflegerisches Gutachten» bezeichnetes, vom Kunst- und Architekturhistoriker Michael Hanak verfasstes Dokument vom Oktober 2016. Diesbezüglich rügt die Beschwerdeführerin in formeller Hinsicht, die Vorinstanz habe die Vorschriften über die Bestellung eines Gutachtens (§§ 93 ff. VRG) verletzt. So habe die Vorinstanz der Beschwerdeführerin vor Erteilung des Gutachtensauftrages an Michael Hanak keine Gelegenheit eingeräumt, sich zur Fragestellung zu äussern und allfällige Änderungs- oder Ergänzungsanträge zu stellen. Auch habe die Beschwerdeführerin nach Erstattung des Gutachtens keine Möglichkeit erhalten, eine Erläuterung oder allfällige Ergänzungsfragen zu beantragen. Ferner habe die Vorinstanz dem studentischen «Modulbericht» von Corinne Spielmann und Jasmin Keller vom 12. November 2017 Gutachterqualität attestiert und auf diesen abgestellt, ohne dass sie die Verfahrensrechte der Beschwerdeführerin gemäss §§ 93 ff. VRG eingehalten habe. Mit diesem Vorgehen habe die Vorinstanz den Anspruch der Beschwerdeführerin auf rechtliches Gehör verletzt. Dies sei selbst bei einer allfälligen Heilung der Gehörsverletzungen im Kostenpunkt zu berücksichtigen.

5.1. In ihrer Vernehmlassung vom 23. November 2018 führt die Vorinstanz zu dieser Rüge aus, die Beschwerdeführerin sei mit Schreiben vom 21. Juli 2016 über die geplante denkmalpflegerische Begutachtung durch Michael Hanak informiert worden. In der Folge habe am 24. Oktober 2016 eine Besprechung zwischen der Vorinstanz und der Beschwerdeführerin stattgefunden. Das Gutachten sei sodann der Beschwerdeführerin mit Schreiben vom 15. Dezember 2016 zugestellt worden. Daraufhin habe die Beschwerdeführerin festgehalten, sie erachte den Denkmalwert aufgrund der Sanierung in den Jahren 1992-1995 als eingeschränkt, das Gutachten von Michael Hanak habe sie jedoch weder in formeller noch in materieller Hinsicht in Zweifel gezogen. Die Stadt Luzern sei somit im Voraus über die geplante Begutachtung informiert worden und habe auch die Möglichkeit erhalten, sich zum Gutachten zu äussern und Ergänzungsfragen zu stellen. Ausserdem seien Verfahrensfehler nach Treu und Glauben so früh wie möglich geltend zu machen, ansonsten der Anspruch auf eine spätere Geltendmachung verwerke. Bei der Modularbeit von Corinne Spielmann und Jasmin Keller vom 12. November 2017 handle es sich nicht um ein amtliches Gutachten, sondern um eine von den Autorinnen aus eigener Initiative verfasste Arbeit im Rahmen eines Studienganges.

5.2. In ihrer Replik vom 28. Februar 2019 bringt die Beschwerdeführerin diesbezüglich vor, sie sei durch das Schreiben der Vorinstanz vom 21. Juli 2016 vor vollendete Tatsachen gestellt worden, da ihr lediglich mitgeteilt worden sei, die kantonale Denkmalpflege – und nicht die zuständige Vorinstanz – hätte ein Gutachten in Auftrag gegeben. In der Folge sei die Beschwerdeführerin denn auch davon ausgegangen, das fragliche Gutachten diene der kanto-

nenal Denkmalpflege als internes Arbeitspapier im Hinblick auf den zu stellenden Unterschutzstellungsantrag. Aus diesem Grund habe sich die Beschwerdeführerin nicht veranlasst gesehen, in irgendeiner Form zu intervenieren, zumal nicht die Vorinstanz, sondern die kantonale Denkmalpflege den Begutachtungsauftrag erteilt habe. Für die Beschwerdeführerin sei es deshalb immer klar gewesen, dass es sich nicht um ein Gutachten im Sinne von §§ 93 ff. VRG gehandelt habe, sondern um ein internes Arbeitspapier im Hinblick auf weiter zu führende Diskussionen. In ihrem Schreiben vom 16. Januar 2017 habe die Beschwerdeführerin lediglich den Eingang des Schreibens der Vorinstanz bestätigt, ohne dass sie Aussagen zum Gutachten in formeller oder materieller Hinsicht gemacht hätte. Zudem sei die Vorinstanz bei der Zugabe zu behaften, die Arbeit von Corinne Spielmann und Jasmin Keller stelle kein Gutachten dar. Es sei deshalb erstaunlich und befremdend, weshalb die Vorinstanz diese Arbeit zur Beurteilung herangezogen habe. Auch diesbezüglich liege eine Verletzung des rechtlichen Gehörs, da die Vorinstanz ohne nähere und kritische Prüfung auf diese Arbeit abgestellt habe.

5.3. Wenn die Abklärung des Sachverhalts Fachkenntnisse erfordert, die der Behörde fehlen, ernannt sie auf Antrag der Parteien oder von Amtes wegen einen oder mehrere Sachverständige (§ 93 Abs. 1 VRG). Gemäss § 93 Abs. 2 VRG gibt die Behörde den Parteien Gelegenheit, gegen die in Aussicht genommenen Sachverständigen Einwendungen zu erheben. Erscheint es zudem nach der Art der Begutachtung als zweckmässig, gibt die Behörde den Parteien Gelegenheit, Sachverständigenfragen zu stellen (vgl. § 93 Abs. 3 VRG). Der Sachverständige beantwortet die Fragen, die ihm die Behörde vorlegt (§ 94 Abs. 1 VRG). Die Behörde belehrt den Sachverständigen über seine Pflichten und die Straffolgen eines falschen Gutachtens nach den Vorschriften des Schweizerischen Strafgesetzbuches oder des Übertretungsgesetzes (§ 95 VRG). Gemäss § 96 Abs. 2 VRG lässt die Behörde den Parteien eine Abschrift des Gutachtens zukommen. Soweit erforderlich lässt die Behörde das Gutachten durch den Sachverständigen erläutern oder ergänzen. Sie handelt von Amtes wegen oder auf Begehren der Parteien; sie setzt ihnen für solche Anträge und ihre allfällige Begründung eine angemessene Frist (§ 97 Abs. 1 und 2 VRG).

5.3.1. Die Behörde verwendet in erster Linie die im VRG vorgesehenen Beweismittel, wobei auch andere Beweismittel zulässig sind, soweit sie beweistauglich sind und die persönliche Freiheit des Betroffenen nicht verletzen (§ 54 VRG). Mit anderen Worten kennt das Luzerner Verwaltungsverfahrenrecht keinen numerus clausus der zulässigen Beweismittel. Entscheidend ist denn auch nicht die Bezeichnung des Beweismittels, sondern seine Beweistauglichkeit und die Frage, ob die Rechte der Verfahrensbeteiligten gewahrt werden (vgl. LGVE 1997 II Nr. 2, E. 6a, m. w. H.). Die Abgrenzung zwischen einem Sachverständigengutachten und einer gutachterlichen Meinungsäusserung ist im Einzelfall aufgrund der verfahrensmässigen Bedeutung und des Inhalts der Meinungsäusserung der beigezogenen Experten vorzunehmen; eine generelle, schematische, formalen Gesichtspunkten folgende Abgrenzung ist nicht möglich (vgl. Urteil des Kantonsgerichtes vom 12. Januar 2015, 7H 14 67, E. 3.3).

5.3.2. Aus dem als «denkmalpflegerisches Gutachten» bezeichneten, vom Kunst- und Architekturhistoriker Micheal Hanak verfassten Dokument vom Oktober 2016 ergibt sich, dass die kantonale Denkmalpflege den auf Schulbauten spezialisierten Fachexperten Micheal Hanak damit beauftragte, den denkmalpflegerischen Stellenwert der streitbetroffenen Liegenschaft zu begutachten. Gemäss Auftragsbeschreibung sei die Schulanlage Grenzhof im Bauinventar verzeichnet. Dabei handle es sich um eines der ersten Inventarobjekte aus den 1960er Jahren im Kanton Luzern und die Erfahrungen im Umgang mit Bauten aus dieser Epoche seien gering. Gegenstand des Gutachtens sei die Darlegung des denkmalpflegerischen Wertes des Gebäudes, die Abklärung der Schutzwürdigkeit und die Benennung der allenfalls zu schützenden Gebäudeteile und -elemente (siehe Gutachten Hanak, S. 4, «Ausgangslage und Auftrag»). Welche Fragen die kantonale Denkmalpflege dem Gutachter zur Beantwortung vorlegte, ergibt sich nicht aus den Akten. Es fehlt jegliche Korrespondenz zwischen der kantonalen Denkmalpflege und dem Gutachter. Auch ergibt sich aus den Akten nicht, ob die Auftragserteilung mündlich oder schriftlich erfolgte. Aus den Akten geht auch nicht hervor, ob

der beigezogene Experte gemäss § 95 VRG auf seine Pflichten und die Straffolgen eines falschen Gutachtens belehrt wurde. Bereits aus diesen Gründen erscheint es fraglich, ob es sich beim betreffenden Aktenstück um ein Sachverständigengutachten im Sinne von § 93 VRG handelt. Dagegen spricht auch die Tatsache, dass die kantonale Denkmalpflege als der Vorinstanz organisatorisch untergeordnete Abteilung über besondere Fachkompetenz verfügt und aufgrund ihrer Tätigkeit grundsätzlich am Besten in der Lage ist, einen Vergleich zwischen den verschiedenen im Kanton Luzern unter Denkmalschutz stehenden Objekten vorzunehmen. Dies trifft auch in Bezug auf die Denkmalkommission zu, welche die Vorinstanz berät und im vorliegenden Fall auch den Antrag auf Unterschutzstellung stellte (vgl. § 20 DSchG sowie LGVE 2009 III Nr. 10, E. 3.1). Ein Sachverständiger wird aber in der Regel erst dann ernannt, wenn die Abklärung des Sachverhalts Fachkenntnisse erfordert, welche der Behörde fehlen (vgl. den Wortlaut von § 93 Abs. 1 VRG). Dies war jedoch vorliegend nicht der Fall (vgl. auch die entsprechenden Überlegungen in LGVE 2001 II Nr. 48 in Bezug auf eine Verkehrsexpertise des Strassenverkehrsamtes).

5.3.3. Im Hinblick auf den Grundsatz der Rechtsanwendung von Amtes wegen (vgl. § 37 Abs. 2 VRG) kann es auf die formale Bezeichnung des Beweismittels nicht ankommen. Vorliegend ist aufgrund der vorstehenden Ausführungen festzuhalten, dass es sich beim fraglichen Beweismittel nicht um ein Gutachten im Sinne von §§ 93 ff. VRG handelt, sondern um eine gutachterliche Meinungsäusserung resp. einen Fachbericht, der unter anderem der internen Meinungsbildung der Vorinstanz diene, wovon im Übrigen auch die Beschwerdeführerin im Rahmen ihrer Replik ausgeht. Vor diesem Hintergrund musste die Vorinstanz das in §§ 93 ff. VRG geregelte Verfahren nicht einhalten und es spielt auch keine Rolle, dass die Vorinstanz das fragliche Beweismittel in ihrem Entscheid fälschlicherweise als «Gutachten» bezeichnete. Nicht relevant ist zudem, dass der Begutachtungsauftrag durch die kantonale Denkmalpflege und nicht durch die Vorinstanz erfolgte. Ferner ist nicht zu beanstanden, dass die Vorinstanz den von Michael Hanak verfassten Bericht als Beweismittel verwendete und sich bei der Beurteilung der Schutzwürdigkeit der Anlage darauf stützte. Massgebend in dieser Hinsicht ist einzig, dass der Fachbericht der Beschwerdeführerin zugestellt wurde und sie genug Zeit hatte, sich dazu zu äussern. Welcher Beweiswert dem Fachbericht zukommt, ist eine Frage der freien Beweiswürdigung (vgl. hierzu § 59 VRG).

5.3.4. Zusammenfassend ergibt sich, dass die Vorinstanz mit ihrem Vorgehen in Bezug auf die Bestellung des Fachberichtes von Micheal Hanak kein Recht verletzt hat. Entscheidend ist insbesondere, dass die Beschwerdeführerin mehrere Gelegenheiten hatte, sich zum Fachbericht zu äussern und damit ihr Anspruch auf rechtliches Gehör gewahrt wurde.

5.4. Nachfolgend ist auf die Rüge der Beschwerdeführerin einzugehen, die Vorinstanz habe ohne kritische Prüfung auf eine im Rahmen eines Masterstudienganges verfasste Modulararbeit abgestellt und damit ihren Anspruch auf rechtliches Gehör verletzt. Die Vorinstanz macht in diesem Zusammenhang zu Recht geltend, es handle sich dabei nicht um ein Gutachten. Die Vorinstanz stellte denn auch nicht auf die Modulararbeit ab, sondern übernahm davon einige Sanierungsvorschläge bzw. -ideen, um ihren Entscheid zu begründen. Dieses Vorgehen erweist sich als zulässig, da die Vorinstanz die Modulararbeit nicht als Beweismittel für den Nachweis entscheidwesentlicher Tatsachen verwendete. Damit hat es in diesem Punkt sein Bewenden. Eine Verletzung der Verfahrensvorschriften über die Bestellung eines Gutachtens (vgl. §§ 93 ff. VRG) bzw. des Anspruches auf rechtliches Gehör (Art. 29 Abs. 2 BV) ist nicht ersichtlich.

6. Nachfolgend ist zu überprüfen, ob die von der Vorinstanz verfügte Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof in materiell-rechtlicher Hinsicht korrekt ist. Dabei sind einleitend die einschlägigen rechtlichen Grundlagen für die Aufnahme von Kulturdenkmälern in das kantonale Denkmalverzeichnis darzulegen.

6.1. Gemäss § 2 Abs. 1 DSchG müssen Kulturdenkmäler, welche in das kantonale Denkmalverzeichnis eingetragen werden sollen, von erheblichem wissenschaftlichem, künstlerischem

schem, historischem oder heimatkundlichem Wert und zusätzlich besonders schutzwürdig sein (§ 2 Abs. 1 DSchG). Der Eintrag ist also nur unter qualifizierten Anforderungen möglich; es bedarf dazu einer qualifizierten Zeugniseigenschaft des zu schützenden Objekts (LGVE 2009 III Nr. 10). Während früher in erster Linie Bauten von überragender Schönheit und Altertümer unter Schutz gestellt wurden, erstreckt sich heute der Blick des Denkmalschutzes auch auf Objekte aus neuerer Zeit und auf Gebäude, welche für ihre Entstehungszeit charakteristisch sind: Der Denkmalschutz kann sich dabei etwa auf typische Zeugen aus dem ausgehenden 19. und sogar aus dem 20. Jahrhundert beziehen, so auf Gewerbe- und Fabrikbauten oder technischen Anlagen aus dieser Zeit. Bei der Prüfung der Frage, ob ein Objekt Schutz verdient, hat eine sachliche, auf wissenschaftliche Kriterien abgestützte Gesamtbeurteilung Platz gegriffen, welche den kulturellen, geschichtlichen, künstlerischen und städtebaulichen Zusammenhang eines Bauwerkes mitberücksichtigt. Da Denkmalschutzmassnahmen oftmals mit schwerwiegenden Eigentumseingriffen verbunden sind, dürfen sie aber nicht lediglich im Interesse eines begrenzten Kreises von Fachleuten erlassen werden. Sie müssen breiter, d.h. auf objektive und grundsätzliche Kriterien abgestützt sein und von einem grösseren Teil der Bevölkerung bejaht werden (BGE 118 Ia 384 ff. [Variété-Theater «Küchlin»], E. 5a mit zahlreichen weiteren Hinweisen auf die Rechtsprechung des Bundesgerichtes).

6.2. Im Denkmalverzeichnis eingetragene Immobilien dürfen ohne Bewilligung der zuständigen Dienststelle weder renoviert, verändert, beseitigt, noch sonstwie in ihrer Wirkung beeinträchtigt werden. Sie sind so zu erhalten, dass ihr Bestand dauernd gesichert ist (§ 5 Abs. 1 DSchG). Die Eintragung ins Denkmalverzeichnis bewirkt somit eine Eigentumsbeschränkung, die mit der in Art. 26 BV statuierten Eigentumsgarantie nur vereinbar ist, wenn sie auf einer gesetzlichen Grundlage beruht, im überwiegenden öffentlichen Interesse liegt und verhältnismässig ist (vgl. Art. 36 BV; BGE 118 Ia 384 ff. [Variété-Theater «Küchlin»], E. 4a m.w.H.). Kommt die Eigentumsbeschränkung einer Enteignung gleich, ist der Eigentümer voll zu entschädigen (§ 6 Abs. 1 DSchG).

6.3. Eigentumsbeschränkungen zum Schutz von Baudenkmalern liegen ganz allgemein im öffentlichen Interesse (BGE 118 Ia 384 ff. [Variété-Theater «Küchlin»], E. 5a). Erfüllt ein Objekt die gesetzlich geforderten tatbestandsmässigen Merkmale eines Baudenkmals, ist damit auch das öffentliche Interesse an dessen Unterschutzstellung gegeben (Urteil des Bundesgerichtes vom 22. April 2003, 1P.617/2002, E. 4.1; vgl. auch BERNHARD EHRENZELLER / WALTER ENGELER, Handbuch Heimatschutzrecht, Zürich/St. Gallen 2020, Rn 55 und 248 ff. zu § 7). Daraus folgt aber nicht, dass jede Eigentumsbeschränkung auch verhältnismässig ist. Vielmehr ist eine Interessenabwägung vorzunehmen, wobei sowohl die öffentlichen als auch die privaten Interessen zu bewerten und zu gewichten sind. Bei der Bewertung des öffentlichen Interesses an der Unterschutzstellung einer Baute ist daher der Grad der Schutzwürdigkeit zu eruieren und dem privaten Interesse bzw. den weiteren öffentlichen Interessen gegenüberzustellen (LGVE 2009 III Nr. 10).

6.4. Zusammengefasst gilt bei der Überprüfung der Unterschutzstellung folgende Vorgehensweise: In einem ersten Schritt ist zu ermitteln, ob ein Baudenkmal im Sinne von § 2 Abs. 1 DSchG bzw. Schutzwürdigkeit des streitbetroffenen Objektes vorliegt. Wird dies bejaht, ist in einem zweiten Schritt der Grad der Schutzwürdigkeit zu eruieren und in einem dritten Schritt eine Interessenabwägung (sog. Verhältnismässigkeitsprüfung) vorzunehmen. Dass mit § 2 Abs. 1 DSchG eine hinreichende gesetzliche Grundlage für die Unterschutzstellung besteht, ist vorliegend unbestritten und daher nicht näher zu prüfen.

7. Nachfolgend ist demnach zuerst zu klären, ob es sich bei der Schulanlage Grenzhof um ein Schutzobjekt bzw. ein Baudenkmal im Sinne von § 2 Abs. 1 DSchG handelt. Die Beschwerdeführerin stellt die Schutzwürdigkeit der Schulanlage Grenzhof nicht grundsätzlich in Frage.

7.1. Wie vorstehend festgehalten, ist der Eintrag im Denkmalverzeichnis nur unter qualifizierten Anforderungen möglich; es bedarf dazu einer qualifizierten Zeugniseigenschaft des zu schützenden Objekts. Ob diese Anforderungen vorliegen, ist zwar eine Rechtsfrage, die das Bildungs- und Kulturdepartement als erste Beschwerdeinstanz grundsätzlich frei prüft (vgl. § 144 VRG). Da jedoch diese Prüfung die Auslegung unbestimmter Rechtsbegriffe voraussetzt (vgl. § 2 Abs. 1 DSchG: «Kulturdenkmäler von erheblichem wissenschaftlichem, künstlerischem, historischem oder heimatkundlichem Wert» und «besonders schutzwürdig»), steht der für die Unterschutzstellung zuständigen (Fach-)Behörde eine besondere Entscheidungsfreiheit im Grenzbereich zwischen Rechtsanwendung und Ermessensbetätigung zu, deren Handhabung die Rechtsmittelinstanzen nicht frei überprüfen (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 13. Juni 2012 [Verzicht auf Unterschutzstellung der Schulanlage Goldbach, Küsnacht], VB.2011.00644, E. 4.1 m.w.H.; siehe auch DOMINIK BACHMANN, Denkmalgutachten, in: PBG 2017/3, S. 18 f., der auf die anspruchsvolle Differenzierung zwischen Rechts- und Tatfragen bei der Ermittlung der Schutzwürdigkeit eines Objektes hinweist). Dieser rechtlichen Prüfung liegt eine Sachverhaltsermittlung durch die verfügende Behörde zugrunde, welche die denkmalkundliche Bedeutung des infrage stehenden Objektes klärt. Das Ergebnis der Sachverhaltsfeststellung – und mithin auch die Stellungnahmen von Fachleuten und Fachgremien – würdigt die rechtsanwendende Behörde frei (§ 59 VRG).

7.2. Vorliegend hat die Vorinstanz in tatsächlicher Hinsicht mit Verweis auf den Antrag der Denkmalkommission vom 27. März 2018 festgehalten, die infrage stehende Schulanlage gehöre konstruktiv zu den seltenen Beispielen einer reinen und vor allem auch frühen Stahlkonstruktion im Kanton Luzern und im Schulbau auch auf nationaler Ebene. Konzeptuell sei die Anlage auf Grund ihrer Grundrissgestaltung, der Auflösung in einzelne Trakte, der zweibündigen Erschliessung, der optimalen Belichtung und Belüftung sowie der kindgerechten Massstäblichkeit ein ausgezeichneter und **beispielhafter Vertreter der gebauten Pädagogik** der Nachkriegszeit und ein wichtiger Beitrag zum Schulhausbau der Nachkriegsmoderne. Innerhalb der Schulbauten in Stadt und Kanton Luzern nehme die Schulanlage Grenzhof auf Grund ihrer hohen architektonischen Qualität und Einzigartigkeit eine herausragende Stellung mit bedeutendem Eigenwert ein. **Die Schulanlage Grenzhof sei durch die Aufteilung in mehrere Trakte, durch deren qualitätsvolle Setzung in die Topographie, durch den mitgestalteten Aussenraum, der Verbindung von Innen und Aussen und die Farbgebung hervorragend in die Umgebung integriert und schaffe so einen fließenden Übergang vom dichten Strassenraum zum Freiraum des Waldrandes. Zusammen mit dem angrenzenden Sportplatz bilde die Schulanlage einen wichtigen Sozialraum und ein eigentliches Quartierzentrum im zum Teil stark belasteten Quartier.** Die ausgezeichnete Eingliederung in die Topographie einerseits und die heutige Stellung im Quartierraum andererseits verleihe der Anlage einen **ausserordentlichen städtebaulichen und sozialräumlichen Situationswert**. Diese denkmalpflegerische Einschätzung sei auch von Micheal Hanak bestätigt worden. Die Vorinstanz hielt denn auch im Hinblick auf den denkmalpflegerischen Fachbericht von Micheal Hanak vom Oktober 2016 fest, im Vergleich mit den übrigen städtischen Schulhäusern stehe das Schulhaus Grenzhof mit seiner Stahlkonstruktion und Metallfassade einzigartig da und repräsentiere mehr als alle anderen Schulhäuser in Luzern die Architektur der 1960-er Jahre. Im kantonalen Vergleich unterscheide sich das Schulhaus Grenzhof wiederum durch seine Stahlkonstruktion und Metallfassade. In der Aufgliederung der Anlage erreiche die Schulanlage Grenzhof eine hohe städtebauliche Qualität. Die Gestaltung der Baukörper und Fassaden beweiße in der Gliederung und Unterteilung, in der Rasterung der Gebäudehülle und Proportionierung der Fassadenplatten sehr hohe architektonische Qualitäten. Hinzu komme die intensive Verbindung der Innen- und Aussenräume mittels grossflächiger Fensterfronten. Die Schulzimmer entsprächen mit zweiseitiger natürlicher Belichtung und Querlüftungsmöglichkeit den zeitgenössischen Forderungen im Schulbau. Ausserdem müsse das Bauwerk als eines der wichtigsten Werke im Schaffen der stadtbekanntesten Luzerner Architekten Friedrich E. Hodel und Hans U. Gübelin gewürdigt werden, die mit mehreren Bauten die Epoche der Nachkriegszeit wesentlich mitgeprägt hätten. Im Vergleich mit anderen Schulbauten in der Stadt und im Kanton Luzern zeichne sich das Schulhaus Grenzhof durch eine äusserst zeittypische Gestaltung und seine einzigartige Architektur aus.

7.3. Aufgrund dieser – im Verwaltungsbeschwerdeverfahren unbestritten gebliebenen – tatsächlichen Feststellungen kam die Vorinstanz im angefochtenen Entscheid zum Schluss, der Schulanlage Grenzhof komme kantonale Schutzwürdigkeit zu, was vorliegend nicht zu beanstanden ist. Die Schulanlage Grenzhof nimmt mit ihrer reinen Beton-Stahl-Pavillon-Konstruktion eine Sonderstellung im Schulbau des Kantons Luzern ein und ist ein einzigartiger Vertreter der Architektur der 1960-er Jahre. Sie stellt damit ein Schutzobjekt im Sinne von § 2 Abs. 1 DSchG dar.

8. Strittig ist jedoch der Grad der Schutzwürdigkeit des streitbetroffenen Bauwerkes, und damit die Frage, wie hoch das öffentliche Interesse an der Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof ist. Dies ist nachstehend zu untersuchen.

8.1. In der Praxis besteht keine Skala bzw. kein Einstufungsmodell, wonach der Grad der Schutzwürdigkeit zu ermitteln ist. In einem Urteil vom 9. Juli 2015 hielt das Verwaltungsgericht des Kantons Zürich fest, ein Schutzobjekt könne von geringer, mittlerer, hoher oder besonders hoher Schutzwürdigkeit sein (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 9. Juli 2015, VB.2014.00603, insbes. E. 2.2.3). Dieser Terminologie ist in den nachstehenden Erwägungen zu folgen. Nachfolgend sind die Vorbringen der Verfahrensbeteiligten darzulegen.

8.2. Die Vorinstanz hielt im angefochtenen Entscheid fest, am ungeschmälernten Erhalt der Schulanlage bestehe ein hohes öffentliches Interesse (vgl. angefochtenen Entscheid, S. 3 und S. 6 «Fazit»). Die Beschwerdeführerin bringt hingegen vor, es sei von einer eingeschränkten resp. massiv geminderten Schutzwürdigkeit auszugehen, was bei der Interessenabwägung zu berücksichtigen sei.

8.3. Die Beschwerdeführerin macht in diesem Zusammenhang zunächst geltend, durch die Gesamtanierung in den Jahren 1992 bis 1995 sei das denkmalpflegerische und damit das öffentliche Interesse am Erhalt der Schulanlage Grenzhof massiv gemindert worden. Sie verweist auf den Fachbericht von Michael Hanak und bringt in diesem Zusammenhang vor, aufgrund der Sanierung der Gebäudehülle habe sich das Fassadenbild verändert. Zudem seien die Bauten durch die zusätzliche Isolation nach allen Seiten 13 Zentimeter grösser geworden. Auch der Farbton der Fassadenbleche sei ein dunklerer Brauntönen im Vergleich zur ursprünglichen Architektur. Es seien auch einzelne Bereiche im Gebäudeinneren verändert worden. Insgesamt sei erheblich in die Konstruktion sowie das Fassadenbild der Schulanlage eingegriffen worden. Ausserdem seien neue Raumaufteilungen geschaffen und das Innere der Baute sei massgeblich umgestaltet worden. Die Schlussfolgerung des Verfassers des Fachberichtes, der Denkmalwert «der hochwertigen Architektur» sei durch diese massiven Eingriffe in die Bausubstanz nicht gemindert worden, stünden dazu in offenem Widerspruch.

8.3.1. Die Vorinstanz hat im angefochtenen Entscheid diesbezüglich erwogen, der Gutachter Michael Hanak habe nachvollziehbar aufzeigen können, dass die Sanierung der Gebäudehülle, die von einem der ursprünglichen Architekten selbst mitkonzipiert worden sei, zwar einen kompletten Austausch der Vorhangsfassaden gebracht habe. Das neue Fassadenbild entspreche jedoch der ursprünglichen Architektur und bringe diese nach wie vor gut zum Ausdruck. Ferner sei die Schutzwürdigkeit der Schulanlage aus denkmalpflegerischer Sicht nicht nur aufgrund ihres Eigenwertes, sondern auch im Hinblick auf den Situationswert der Liegenschaft ausgewiesen. So sei nicht bloss die äussere Erscheinung der Schulanlage an sich (Eigenwert), sondern auch die Einbettung der Gebäude in die Topographie sowie ihre städtebauliche Stellung im Quartierraum (Situationswert) für die Bejahung der Schutzwürdigkeit entscheidend.

8.3.2. Die Beschwerdeführerin vertritt sowohl in ihrer Beschwerdeschrift wie auch in der Replik den Standpunkt, die Schlussfolgerungen des Gutachters seien angesichts der tief greifenden Sanierungsarbeiten in den Jahren 1992-1995 schlicht nicht nachvollziehbar. Bei den im

Rahmen der Gesamtsanierung (1992-1995) vorgenommenen Arbeiten handle es sich nicht um bloss sekundäre Veränderungen. Vielmehr seien diese Veränderungen primärer Natur, wodurch die Schutzwürdigkeit des strittigen Objektes wesentlich geschmälert worden sei. In verfahrensrechtlicher Hinsicht fordert die Beschwerdeführerin zudem einen Augenschein.

8.3.3. Nachfolgend sind die vorhandenen Beweismittel zu würdigen (sog. freie Beweiswürdigung; vgl. § 59 VRG). Die entscheidende Behörde ist grundsätzlich an die denkmalpflegerischen Schlussfolgerungen eines Fachberichtes gebunden und sie darf in Fachfragen nur aus triftigen Gründen von diesem abweichen und muss Abweichungen begründen. Sie kann und darf ein Gutachten bzw. einen Fachbericht (nur) daraufhin prüfen, ob es vollständig, klar, gehörig begründet und widerspruchsfrei ist und ob die Expertin oder der Experte über ausreichende Sachkenntnisse verfügt und unbefangen ist (vgl. Urteil des Bundesgerichtes vom 11. Mai 2016 [Lungern-Obsee], 1C\_179/2015, E. 5.2; siehe auch DOMINIK BACHMANN, Denkmalgutachten, in: PBG 2017/3, S. 15 f.).

8.3.3.1. Unbestritten ist vorliegend, dass es sich beim Berichtersteller Michael Hanak um einen anerkannten Kunst- und Architekturhistoriker handelt, welcher aus fachlicher Sicht in der Lage war, die ihm unterbreiteten Fragen in Bezug auf die denkmalpflegerischen Qualitäten der streitbetroffenen Liegenschaft zu beantworten. Aus der Beschreibung der Ausgangslage und des Auftrages zu Beginn des Fachberichtes ergibt sich, dass die an den Fachexperten von der kantonalen Denkmalpflege unterbreitete Fragestellung offen formuliert war und Ergebnisse in beiden Richtungen zulies. Hintergrund der Bestellung des Fachberichtes durch die kantonale Denkmalpflege sei der Umstand gewesen, dass nur vereinzelte Bauten aus den 1960er und den 1970er Jahren unter kantonalem Denkmalschutz stünden und die Erfahrungen im Umgang mit Bauten aus dieser Epoche gering seien (vgl. die Ausführungen zu «Ausgangslage und Auftrag» zu Beginn des Fachberichtes). Auch wenn die kantonale Denkmalpflege über ausreichende Fachkenntnisse verfügt, ist ihr Vorgehen, im Hinblick auf die fehlende Erfahrung mit Kulturobjekten aus der Nachkriegszeit eine zusätzliche Expertise bei einem anerkannten Fachmann einzuholen, nachvollziehbar. Insgesamt kommt dem Fachbericht des Kunst- und Architekturhistorikers Micheal Hanak vom Oktober 2016 ein qualifizierter Beweiswert zu.

8.3.3.2. In Bezug auf die Fachkompetenz der Denkmalkommission ist Folgendes festzuhalten: Gemäss § 20 Abs. 1 DSchG wählt der Regierungsrat eine Denkmalkommission von fünf bis sieben Mitgliedern. Sie setzt sich aus Vertretern der Politik, der Grundeigentümer und aus Fachpersonen zusammen. Die Denkmalkommission berät die zuständige Dienststelle, das Bildungs- und Kulturdepartement und den Regierungsrat in allen wichtigen Fragen der Denkmalpflege und Archäologie und ist insbesondere im Zusammenhang mit Unterschutzstellungen und deren Folgegeschäften sowie mit grösseren wissenschaftlichen Ausgrabungen anzuhören. Dem Antrag der Denkmalkommission kommt aufgrund ihrer besonderen Fachkompetenz ein grosses Gewicht bei der Entscheidungsfindung zu (vgl. LGVE 2009 III Nr. 10; vgl. auch die Überlegungen von DOMINIK BACHMANN, Denkmalgutachten, in: PBG 2017/3, S. 16 f., der mit Hinweis auf die Praxis des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich den Berichten der kantonalen Denkmalkommission eine erhöhte Beweiswirkung zuschreibt).

8.3.4. Bei der Frage, inwiefern die energetische Sanierung in den Jahren 1992 bis 1995 die Schutzwürdigkeit des Grenzhofs in relevanter Weise geschmälert haben soll, handelt es sich in erster Linie um eine Tatfrage, bei deren Beurteilung den Fachpersonen und der Denkmalkommission als Fachgremium gestützt auf die obigen Ausführungen eine besondere Expertise zukommt. Vorliegend kommen sowohl Micheal Hanak im erwähnten Fachbericht wie auch die kantonale Denkmalkommission in ihrem Antrag auf Unterschutzstellung übereinstimmend zum Schluss, die in den Jahren 1992 bis 1995 ausgeführte energetische Sanierung habe die architektonische Qualität der zwischen 1964 und 1967 erbauten Schulanlage nicht geschmälert. Diese Schlussfolgerung begründet Michael Hanak damit, dass das neue Fassadenbild im Prinzip der ursprünglichen Idee entspreche. Format, Proportionen sowie Farbgebung seien weitgehend beibehalten worden. Im Hinblick darauf, dass die Schulanlage

Grenzhof auch wegen ihres Situationswertes als schutzwürdig qualifiziert wird, überzeugt die Schlussfolgerung des Experten. Sie ist auch für den Nichtfachmann nachvollziehbar. In Übereinstimmung mit der vorinstanzlichen Begründung ist somit davon auszugehen, dass die Sanierungsarbeiten in den 1990er-Jahren die Authentizität und somit die Schutzwürdigkeit der Anlage nicht geschmälert haben. Die entsprechende Rüge der Beschwerdeführerin erweist sich als unbegründet. Im Hinblick auf die klare Sachlage kann vorliegend in antizipierter Beweiswürdigung auf die Durchführung eines Augenscheines verzichtet werden.

8.4. Die Beschwerdeführerin rügt ferner, die Vorinstanz sei unzutreffend von einer weiteren schulischen Nutzung ausgegangen und damit den rechtserheblichen Sachverhalt unrichtig festgestellt. Der Grosse Stadtrat habe sich ausdrücklich und definitiv gegen eine weitere Nutzung der Schulanlage Grenzhof für Schulzwecke entschieden. Eine gesetzliche Grundlage, nach welcher die Vorinstanz die Weiterführung des Schulbetriebs in der streitbetreffenen Schulanlage fordern könnte, bestehe nicht. Damit macht die Beschwerdeführerin geltend, die Schutzwürdigkeit der Schulanlage reduziere sich, wenn diese nicht als Volksschule genutzt werde. Diese Frage ist nachfolgend zu klären.

8.4.1. Gemäss Rechtsprechung ist zu beachten, dass bei einer Anordnung von Denkmalschutzmassnahmen die künftigen Verwendungen eines Schutzobjektes kaum je für immer feststünden (vgl. nicht veröffentlichten Entscheid des Bundesgerichtes vom 18. November 1992, zusammengefasst in WIEDERKEHR SCHULER, Denkmalschutz und Ortsbildschutz, Zürich 1999, S. 54). Sollte eine bestehende Nutzung zu einem späteren Zeitpunkt aufgegeben und durch eine andere ersetzt werden, so steht es der Grundeigentümerin frei, die Entlassung aus dem Denkmalverzeichnis zu beantragen. Im Übrigen kann, wie die Beschwerdeführerin zu Recht ausführt, die Art der Nutzung eines geschützten Objektes nicht unter Denkmalschutz gestellt und damit erhalten werden (vgl. WIEDERKEHR SCHULER, Denkmalschutz und Ortsbildschutz, Zürich 1999, S. 104 und insbes. 107; exemplarisch: BGE 109 Ia 257 ff. [Café-Odeon]). Eine solche Einschränkung bedürfte jedenfalls einer gesetzlichen Grundlage im formellen Sinn (vgl. BERNHARD EHRENZELLER / WALTER ENGELER, Handbuch Heimatschutzrecht, Zürich/St. Gallen 2020, Rn 267 ff. zu § 7), welche im Kanton Luzern jedoch fehlt.

8.4.2. Die Vorinstanz geht im angefochtenen Unterschutzstellungsentscheid grundsätzlich von einer weiteren Nutzung zu Schulzwecken aus. In Bezug auf Alternativnutzungen hielt sie fest, es würden keine einlässlichen Abklärungen hierzu vorliegen. Gestützt auf die Akten seien jedoch schulähnliche Nutzungen wie eine Betreuungsinstitution für Kinder und Erwachsene durchaus denkbar und auch eine gewerbliche oder eine Wohnnutzung schienen zumindest nicht ausgeschlossen. In ihrer Vernehmlassung macht die Vorinstanz geltend, es stehe der Beschwerdeführerin zu, über die zukünftige Nutzung der Schulanlage zu entscheiden. Die Beschwerdeführerin habe jedoch von der Schutzwürdigkeit des streitbetreffenen Objektes seit längerem gewusst. Sie hätte es deshalb auch in ihre Schulraumplanung einbeziehen müssen. Der Entscheid der Beschwerdeführerin, die Schulanlage Grenzhof abzureissen, könne deshalb nicht für die Beurteilung der Verhältnismässigkeit massgebend sein.

8.4.3. Vorliegend steht fest, dass der Stadtrat von Luzern eine weitere Nutzung der Schulanlage Grenzhof zu schulischen Zwecken ablehnt und einen Ergänzungsneubau beim naheliegenden Schulhaus Rönrimoos befürwortet. Seine Überlegungen und die entsprechenden Gründe hat der Stadtrat in seinem Bericht und Antrag an den Grossen Stadtrat von Luzern vom 30. August 2017 dargelegt. Seine Haltung begründet der Stadtrat im Wesentlichen damit, ein Neubau komme wirtschaftlich günstiger zu stehen und sei mit weniger Kostenrisiken als eine Sanierung verbunden. Gleichzeitig gewährleiste er ein erheblich besseres Angebot. Für den Schulbetrieb und den Vereinssport bringe ein Neubau entscheidende betriebliche Vorteile, die wiederum mit künftigen jährlichen Minderausgaben verbunden seien. Auch die jährlichen Betriebs- und Unterhaltskosten seien auf eine Lebensdauer der Gebäude hochgerechnet um Millionen Franken niedriger. Ferner würden bei einer Zusammenlegung der beiden Schulstandorte Rönrimoos und Grenzhof erhebliche Synergie im Schulbetrieb entstehen. Der Stadtrat anerkenne, dass die Schulanlage Grenzhof einen gewissen denkmalpfle-

gerischen Wert habe. Eine Sanierung wäre aber aufgrund der bekannten Schadstoffproblematik mit hohen Risiken verbunden. Es sei deshalb geboten, das Schulhaus Grenzhof abzureissen und einen Ersatzneubau bei der Schulanlage Rönningmoos vorzuziehen. Mit dem Ersatzneubau für das Schulhaus Grenzhof und mit dem Neubau einer Dreifachturnhalle werde eine wertstabile und zeitgemässe Infrastruktur geschaffen. Durch den Rückbau der Schulanlage Grenzhof solle das Grundstück dem gemeinnützigen Wohnungsbau zur Verfügung stehen. Eine vom Stadtrat in Auftrag gegebene Machbarkeitsstudie habe bestätigt, dass die Erweiterung des Schulhauses Rönningmoos auf der zur Verfügung stehenden Landfläche östlich und westlich der Schulanlage Rönningmoos realisiert werden könne. Mit dem erwähnten Bericht und Antrag beantragte der Luzerner Stadtrat beim Grossen Stadtrat einen Wettbewerbs- und Projektierungskredit von 2,46 Millionen Franken. Der Grosse Stadtrat hat diesen an seiner Sitzung vom 26. Oktober 2017 bewilligt.

8.4.3.1. Nach dem Entscheid der Vorinstanz vom 8. August 2018, die Schulanlage Grenzhof unter Schutz zu stellen, wurden im Grossen Stadtrat zwei dringliche Vorstösse, welche im Zusammenhang mit der Unterschutzstellung der Schulanlage standen, behandelt. Der erste Vorstoss forderte im Wesentlichen die Sistierung des Architekturwettbewerbs für den Ergänzungsneubau beim Schulhaus Rönningmoos (siehe Dringliches Postulat Nr. 230 vom 10. September 2018, Rieska Dommann namens der FDP-Fraktion und Korintha Bärtsch namens der G/JG-Fraktion vom 10. September 2018: «Ergänzungsneubau Schulhaus Rönningmoos, Neubau Dreifachturnhalle und Verlegung Rasenspielfeld – Architekturwettbewerb jetzt stoppen»). Mit dem zweiten Vorstoss wurde die Bestellung einer Machbarkeitsstudie beantragt, welche das Potential einer Zusammenlegung der Schulstandorte beim Schulhaus Grenzhof, einschliesslich einer Sanierung bzw. Erhaltung der Schulanlage Grenzhof, ermitteln soll (siehe Dringliches Postulat Nr. 231, Rieska Dommann namens der FDP-Fraktion, Korintha Bärtsch namens der G/JG-Fraktion und Judith Wyrsch vom 10. September 2018: «Erhalt des Schulhauses Grenzhof – Machbarkeit prüfen II»). Der Grosse Stadtrat lehnte beide Postulate an seiner Sitzung vom 20. September 2018 auf Empfehlung des Stadtrates ab.

8.4.3.2. An seiner Sitzung vom 20. Dezember 2018 bewilligte sodann der Grosse Stadtrat auf Antrag des Stadtrates einen Sonderkredit in der Höhe von 8,2 Millionen Franken für die Erstellung von Provisorien auf dem Sandplatz südlich der Schulanlage Grenzhof. Der Stadtrat begründete seinen Antrag damit, dass die Schulanlage Grenzhof aufgrund erhöhter Werte des Schadstoffes Naphthalin und anderer Teerölinhaltsstoffe trotz konsequenten Lüftungsregimes und des Einbaus von Lüftungsgeräten nicht mehr für den Schulbetrieb genutzt werden könne. Um das Lernumfeld für Lernende und die Arbeitsumgebung für die Lehrpersonen zu verbessern, habe der Stadtrat entschieden, so schnell wie möglich einen Provisoriumsbaus zu erstellen. Der Bezug des Provisoriums sei im Februar 2020 geplant, und ab 2025 sollten die Schülerinnen und Schüler im geplanten Ersatzneubau beim Schulhaus Rönningmoos unterrichtet werden (siehe Bericht und Antrag 23/2018 an den Grossen Stadtrat von Luzern vom 17. Oktober 2018).

8.4.3.3. Mittlerweile wurden die Provisorien wie geplant auf dem Sandplatz südlich der Schulanlage Grenzhof erstellt und nach den Fasnachtsferien 2020 erstmals in Betrieb genommen (siehe Bericht in der Luzerner Zeitung vom 14. Februar 2020: <https://www.luzernerzeitung.ch/zentralschweiz/luzern/schueler-des-schulhauses-grenzhof-ziehen-ins-provisorium-ld.1194871?reduced=true>, besucht am 27. Februar 2020; Bericht in der Luzerner Zeitung vom 15. Februar 2020: «Grenzhof-Schüler ziehen nach den Ferien um»; Bericht im Anzeiger Luzern vom 18. Februar 2020: «Unterricht im Provisorium»). In der Schulanlage Grenzhof findet somit seit dem 2. März 2020 kein Unterricht mehr statt. Lediglich die Turnhalle, welche nicht mit Schadstoffen belastet ist, wird weiterhin genutzt. Da die Stadt Luzern die Schulanlage nicht mehr für den Schulunterricht nutzen wird, kann diese im Sinne einer Zwischennutzung von der Feuerwehr der Stadt Luzern sowie weiteren Feuerwehren aus dem Kanton Luzern, der Luzerner Polizei und Rettungsdiensten zu Ausbildungs- und Übungszwecken genutzt werden.

8.4.4. Massgebend für den Beschwerdeentscheid sind die tatsächlichen Verhältnisse im Zeitpunkt des Entscheides, soweit sich aus der Natur der Streitsache nichts anderes ergibt (§ 146 VRG). Vorliegend steht fest, dass die Stadt Luzern als Eigentümerin die Schulanlage Grenzhof nicht mehr als Primarschule nutzt und auch mittel- bis langfristig nicht für schulische Zwecke nutzen wird. Die Beschwerdeführerin möchte die streitbetroffenen Gebäude abreißen. Die Planung für die Zusammenlegung der Schulstandorte Grenzhof und Rönrimoos beim Schulhaus Rönrimoos ist bereits im Gang und der Grosse Stadtrat hat dafür einen Kredit in der Höhe von 2,46 Millionen Franken bewilligt. Auch die geplanten Provisorien, für deren Erstellung ein Sonderkredit von 8,2 Millionen Franken gesprochen wurde, wurden mittlerweile in Betrieb genommen. Der Entscheid der Beschwerdeführerin, die streitbetroffene Liegenschaft nicht mehr als Schule zu nutzen, ist somit unabhängig vom Unterschutzstellungsentscheid bereits gefällt und definitiv. Die Beschwerdeinstanz verkennt zwar nicht, dass politische Beschlüsse auch rückgängig gemacht werden können. Angesichts der bereits weit fortgeschrittenen Planung für den Ersatzneubau beim Schulhaus Rönrimoos und im Hinblick auf die bereits eingesetzten Mittel ist jedoch nicht davon auszugehen, der Grosse Stadtrat würde auf seinen Entscheid, den Grenzhof nicht mehr als Schule zu nutzen, zurückkommen. Auch haben entsprechende politische Vorstösse, wie oben aufgezeigt, im Stadtparlament keine Mehrheit gefunden. Die Beschwerdeführerin macht zu Recht geltend, dass sie als Eigentümerin über die Art der Nutzung selbst bestimmen kann (vgl. Art. 26 BV). Die Unterschutzstellung kann darauf keinen Einfluss nehmen. An dieser Schlussfolgerung vermag auch das Argument der Vorinstanz, die Stadt Luzern habe aufgrund des Eintrages im Bauinventar und des Schreibens der Denkmalpflege vom 12. Juni 2012 mit einer Unterschutzstellung rechnen und die Schulanlage in ihre Schulraumplanung einbeziehen müssen, nichts zu ändern. Es ist jedenfalls nicht ersichtlich, dass die Stadt Luzern die schulische Nutzung in missbräuchlicher Weise (vgl. Art. 5 Abs. 3 BV; sog. Grundsatz von Treu und Glauben) aufgegeben hat, um sich einer Unterschutzstellung durch die zuständige kantonale Behörde zu entziehen. Vielmehr erweist sich der Beschluss der Beschwerdeführerin aus schulbetrieblichen Gründen als nachvollziehbar. Dass die zwei Schulstandorte Grenzhof und Rönrimoos räumlich so nah nebeneinander bestehen, ist nämlich historisch bedingt. So stehen die beiden Schulhäuser auf ehemaligem Littauer Boden. Das Grundstück, auf welchem sich das Schulhaus Grenzhof befindet, wurde von der Stadt Luzern in den 1940er und 1950er Jahren erworben und das Schulhaus Grenzhof war bis zur Fusion zwischen den Gemeinden Luzern und Littau nur Stadtluzerner Schülerinnen und Schülern vorbehalten. Beim Schulstandort Rönrimoos handelte es sich hingegen um einen Schulstandort der ehemaligen Gemeinde Littau (siehe auch die entsprechenden historischen Ausführungen unter «Baugeschichte» im Fachbericht von Micheal Hanak vom Oktober 2016). Mit der per 1. Januar 2010 vollzogenen Fusion zwischen Luzern und Littau fiel die Gemeindegrenze weg und beide Schulhäuser gehören heute dem gleichen Schulträger. Dass die Beschwerdeführerin als Schulträgerin diese Standorte nun zusammenführen will und den Schulstandort Grenzhof nicht zuletzt aufgrund der ausgewiesenen Schadstoffproblematik und somit aus gesundheitspolitischen Überlegungen aufgegeben hat, ist zu respektieren und kann nicht als rechtsmissbräuchlich qualifiziert werden.

Dennoch hat die Vorinstanz entgegen den Ausführungen in der Beschwerdeschrift den rechtserheblichen Sachverhalt nicht falsch erstellt. Im Hinblick darauf, dass der politische Prozess um die künftige Nutzung der Schulanlage Grenzhof im Zeitpunkt des vorinstanzlichen Entscheides noch nicht abgeschlossen war, ist der Entscheid der Vorinstanz, von einer weiteren schulischen Nutzung auszugehen, nicht zu beanstanden. Es oblag ihr, auf die tatsächlichen Verhältnisse im Entscheidzeitpunkt abzustellen. Heute wird die Schulanlage Grenzhof indes nicht mehr als solche benutzt, was im vorliegenden Verfahren zu berücksichtigen ist (vgl. § 146 VRG).

8.4.5. Nachfolgend sind die Auswirkungen der fehlenden schulischen Nutzung auf die Schutzwürdigkeit der Anlage zu ermitteln. Sowohl der Fachexperte Michael Hanak wie auch die kantonale Denkmalkommission kommen in ihrer Gesamtwürdigung zum Schluss, dass die streitbetroffene Schulanlage aufgrund ihres Eigen- und ihres Situationswertes schutzwür-

dig sei. Die Experten sind sich darüber einig, dass die Schulanlage Grenzhof als ausgezeichnete Vertreter der gebauten Nachkriegspädagogik einen wichtigen Schulbau im Kanton Luzern darstelle. Auch bilde sie aufgrund ihrer Situierung und ihrer Funktion als wichtiger Sozialraum ein eigentliches Quartierzentrum im zum Teil stark belasteten Quartier. Sowohl der Fachberichtersteller wie auch die Denkmalkommission gehen indes von einer weiteren schulischen Nutzung aus. Zu der denkmalpflegerischen Qualität der Schulanlage bei einer nichtschulischen Nutzung äussern sie sich nicht. Auch wenn der Grad der Schutzwürdigkeit eines Baudenkmals grundsätzlich nicht von einer bestimmten Nutzung abhängt, kann diese eine Auswirkung auf die Wahrnehmung des Schutzobjektes in der Öffentlichkeit und dessen längerfristige Bewahrung haben (vgl. BERNHARD EHRENZELLER / WALTER ENGELER, Handbuch Heimatschutzrecht, Zürich/St. Gallen 2020, Rn 270 ff. zu § 7). Um zu ermitteln, ob und allenfalls welche Auswirkungen die schulische Nutzung auf den Grad der Schutzwürdigkeit einer Schulanlage hat, ist nachfolgend zunächst eine tabellarische Übersicht über die im Kanton Luzern unter Denkmalschutz stehenden Schulbauten zu liefern. Anschliessend sind die daraus resultierenden Schlussfolgerungen festzuhalten und auf den vorliegenden Fall anzuwenden.

8.4.5.1. Eine Durchsicht des Kantonalen Denkmalverzeichnisses ergibt folgende Übersicht über die im Kanton Luzern unter Denkmalschutz stehenden Schulhäuser (<https://da.lu.ch/-/media/DA/Dokumente/Denkmalpflege/Denkmalverzeichnis/KantonalesDenkmalverzeichnisGesamt012020.pdf?la=de-CH>, zuletzt besucht am 22. Mai 2020; sowie <https://www.geo.lu.ch/map/kulturdenkmal>, zuletzt besucht am 27. Februar 2020):

Bezeichnung Objekt / Ort, Gemeinde	Baujahr / architektur-historische Merkmale <sup>1</sup>	Datum der Aufnahme ins kantonale Denkmalverzeichnis <sup>2</sup>	Heutige Nutzung <sup>3</sup>
Schulhaus von 1808 «Lehrerheim»; Buttisholz	Baujahr 1808. Als erster Schulhausbau in Buttisholz von ortsgeschichtlicher Bedeutung und Zeuge der ersten landesweiten Schulhausbauphase.	12. August 1998	Wird heute als Wohnhaus genutzt und ist Teil der Baugruppe Schulbezirk, welche aus aktuell benutzten Schulhäusern besteht
Altes Schulhaus Ettiswil; Ettiswil	Erbaut 1812. Schlichter, aber markanter Bau am Eingang zum Dorfzentrum, schliesst den Sakral- und Schulbereich gegen Nordosten.	26. März 2007	Wird heute als Gemeindehaus genutzt
Altes Schulhaus Kottwil; Ettiswil	Baujahr 1814. Als Schulhaus der ersten Generation bildet der Bau den historischen Ausgangspunkt der 200-jährigen Schulgeschichte Kottwils. Gehört zu den ältesten Schulhausbauten im Kanton Luzern.	28. April 2005	Steht im Privateigentum und wird nicht mehr als Schule genutzt
Altes Schulhaus; Altwis	Baujahr 1815. Schlichter Schulbau der sogenannten ersten Generation. Gehört zu den seltenen erhaltenen Vertretern der ersten Schulbauten im Kanton Luzern.	30. Juni 1992	Wird heute als Mehrzweckhaus für Sitzungen, Privatveranstaltungen u.a. genutzt
Altes Schul- und Gemeindehaus; Vitznau	Erbaut 1894. Repräsentativer Schulbau der so genannten zweiten Generation. Klar und einfach gestalteter spätklassizistischer Bau.	10. August 1992	Wird als Regionalmuseum der drei Luzerner Rigigemeinden (Greppen, Vitznau und Weggis) genutzt
Schulhaus Alt St. Georg; Sursee	Erbaut 1903. Äusserst repräsentativer Schulbau der sogenannten 2. Generation, der die gestiegene Bedeutung des Bildungswesens seit der Mitte des 19. Jahrhunderts widerspiegelt.	3. Oktober 1991	Wird als <b>Sekundarschule</b> genutzt
Schulhaus; Buttisholz	Erbaut 1910. An leicht erhöhter, ausgezeichneter Lage prägt der stattliche Bau das Dorfbild entscheidend mit. Der zeittypische Schulbau zeigt Elemente des von	12. August 1998	Wird als <b>Volksschule</b> genutzt und ist Teil der Baugruppe Schulbezirk

<sup>1</sup> Gemäss Angaben auf <https://www.geo.lu.ch/map/kulturdenkmal>

<sup>2</sup> Gemäss Angaben auf <https://www.geo.lu.ch/map/kulturdenkmal> (zuletzt besucht am 27. Februar 2020).

<sup>3</sup> Gemäss Angaben auf den Internetseiten der Schulen bzw. öffentlich zugänglichen Informationen im Internet; Stand vom 27. Februar 2020.

	Neobarock und Jugendstil beeinflussten Heimatstils und weist gestalterische Ähnlichkeiten mit weiteren Schulhäusern der Region auf.		
Schulhaus Nottwil; Notwil	Erbaut 1911/1913. Das Schulhaus der bekannten Architekten Meili-Wapf und Amberg gehört mit einem hohen Anteil an Originalsubstanz zu den besterhaltenen Beispielen der frühen Heimatstilarchitektur im Kanton Luzern. In seiner Gestalt und Formensprache dokumentiert das Gebäude den Übergang vom historisierenden Repräsentationsbau zum sachlichen Zweckbau.	17. April 2019	Wird nach einer umfassenden Sanierung im Jahr 2019 weiterhin als <b>Primarschule</b> genutzt
Schulanlage Dorf; Ruswil	Erbaut 1912. Ausgezeichnetes Beispiel für die Ablösung der vom Historismus geprägten symmetrisch angelegten Schulbauten hin zum freier gestalteten Baukörper mit rustizierenden Elementen, mächtigem Dachaufbau und farbigem Spiel mit verschiedenen Materialien.	25. März 1996	Wird als <b>Primarschule</b> genutzt
Schulhaus Burg; Büron	Das Burgschulhaus wurde 1913 nach den Plänen des renommierten Luzerner Architekten Heinrich Meili-Wapf erbaut. Das Schulhaus hat in Anlehnung an Schlossbauten einen repräsentativen Charakter und ist klares Wahrzeichen Bürons. Ausgezeichneter Vertreter der repräsentativen Heimatstil-Schulbauten mit Elementen des Jugendstils, des Neobarocks und Frühformen des Neuen Bauens.	11. Dezember 1996	Wird heute als <b>Primarschule</b> genutzt
Schul- und ehemaliges Gemeindehaus; Gelfingen, Gde. Hitzkirch	Baujahr 1930. Der Bau überzeugt durch seine dem Ort und der Aufgabe angemessene einfache Grundkonzeption mit klarer Formensprache und Grundrissgestaltung sowie der farblich-gestalterischen Auszeichnung als öffentlicher Bau einer kleinen Landgemeinde. Das Gebäude zeigt sowohl traditionelle als auch neue Elemente des architektonischen Schaffens der damaligen Zeit und gehört zu den bedeutenden öffentlichen Bauwerken aus den Anfängen des Neuen Bauens in der Zentralschweiz. Gemeinsam mit dem Schulhaus Kalofen in Grosswangen ist das Schulhaus Gelfingen das wichtigste Bauwerk des Architekten Armin Meili in der Luzerner Landschaft.	25. November 2003	Wird als <b>Primarschule</b> genutzt
Schulhaus Kalofen; Grosswangen	Baujahr 1935/1936. Das Bauwerk gehört als Vertreter der frühen Moderne zu den bedeutenden öffentlichen Bauten in der Zentralschweiz und ist ein wichtiges Werk des bekannten Luzerner Architekten Armin Meili.	22. Januar 2003	Wird als <b>Volksschule</b> genutzt
Museggschulhaus; Luzern	Erbaut 1874/1878. Das Museggschulhaus ist ein ausgezeichnetes Beispiel des frühen repräsentativen Schulhaustypus, wie er um die Mitte des 19. Jahrhunderts sich zu einer eigenständigen und standardisierten Baugattung entwickelt hat und gehört gleichzeitig zu den wichtigsten Schulhausbauten der Frühzeit in Luzern. Der streng klassizistisch gestaltete Bau bedient sich der Formensprache der Neorenaissance.	9. April 1990	Wird als <b>Kantonsschule</b> genutzt
Säli-Schulhaus; Luzern	Baujahr 1896. Das Säli-Schulhaus ist ein in der Grund- und Detailsausformung vom Stilpluralismus geprägtes Schulgebäude, das sich bis heute weitgehend in unverändertem Zustand erhalten konnte. Als Mark-	3. Juni 2007	Wird als <b>Volksschule</b> genutzt

	stein in der Luzerner Stadt- und Schulgeschichte ist das Säli-Schulhaus ein beispielhafter städtischer Bau aus dem späten 19. Jahrhundert.		
Pestalozzi-Schulhaus; Luzern	Baujahr 1903/1904. Das Pestalozzi-Schulhaus ist ein in der Grund- und Detailausformung vom Historismus geprägtes Schulgebäude. Der Bau wurde nach den Plänen des Luzerner Architekten und Stadtbaumeisters Othmar Schnyder errichtet und gilt als beispielhafter Schulbau des frühen 20. Jahrhunderts.	6. März 2007	Wird von der <b>Volksschule</b> und der <b>Heilpädagogischen Schule</b> Luzern genutzt
Schulanlage Maihof (inkl. Turnhalle); Luzern	Erbaut 1905/1906. Das Schulhaus Maihof verbindet eine detailreiche, repräsentative Fassadengestaltung im Stil des späten Historismus mit den damals modernsten Belüftungs-, Belichtungs- und Tragtechniken. Innerhalb der Gruppe von stadtluzernischen Schulhäusern des späten Historismus und des Heimatstils ist die Schulanlage Maihof spätestens seit der sanften Erweiterung und Sanierung von 2013 die bedeutendste. Sie bildet zusammen mit der denkmalgeschützten Kirche St. Josef das Zentrum des Maihofquartiers und besitzt dadurch eine wichtige gesellschaftliche und städtebauliche Stellung. Die Anlage mit Schulhaus, Pausenhalle, Turnhallentrakt, Schulhausplatz, Einfriedung und Brunnen wurde im Sinne eines Gesamtkunstwerkes gestaltet und steht integral unter Schutz.	8. September 2011	Wird als <b>Primarschule</b> genutzt
Dula-Schulhaus; Luzern	Baujahr 1933/1934. Die von Albert F. Zeyer entworfene Dula-Anlage mit Kindergarten, Primarschulhaus und Turnhalle gehört zu den wichtigsten baukünstlerischen Zeugnissen der frühen 1930er-Jahre. Mit ihrer architektonischen Qualität und dem beeindruckenden Erhaltungszustand ist die Dula-Anlage ein Objekt von nationaler Bedeutung. Die für das Neue Bauen beispielhafte Anlage bildet zusammen mit dem Säli- und dem Pestalozzi-Schulhaus sowie dem dazwischenliegenden Hofbereich ein historisch gewachsenes Schulbau-Ensemble aus dem Zeitraum von 1896 bis 1934 und ist damit von ausgesprochen hohem kulturhistorischem Wert.	7. Mai 2002	Wird von der <b>Musikschule</b> der Stadt Luzern und von der <b>Heilpädagogischen Schule</b> Luzern genutzt
Schulanlage Felsberg; Luzern	Erbaut 1946/1948. Die Schulanlage Felsberg ist die erste grosse Pavillon-Schulanlage in der Zentralschweiz und gehört mit der Schulanlage Bruderholz in Basel (1939 von Hermann Baur) zu den bedeutenden Schweizer Pionierbauten dieses Typs. Die im Gelände gestaffelten und locker miteinander verbundenen Pavillonbauten befinden sich auf einer städtebaulich markanten, terrassenartigen Anhöhe, wobei die Konzeption und die Integration der Baukörper in dieser sensiblen Bauzone eine architektonische Meisterleistung darstellen. Trotz der lockeren Gestaltungsweise und der Materialvielfalt darf die Schulanlage Felsberg als ein homogenes Ganzes und als hervorragende moderne Architektur der 1950er-Jahre bezeichnet werden.	30. Oktober 2013	Wird als <b>Primarschule</b> genutzt

8.4.5.2. Die vorstehende Tabelle liefert eine Übersicht über die 18 unter kantonalem Denkmalschutz stehenden Schulhäuser im Kanton Luzern. Die kantonale Denkmalkommission hält in ihrem Antrag auf Unterschutzstellung vom 27. März 2018 fest, dass insgesamt 17 Schulbauten im Kanton Luzern unter Denkmalschutz stehen würden. Darunter seien eigens für den Schulunterricht eingerichteten Volksschulbauten zu verstehen, die nach der Einführung der allgemeinen Schulpflicht im frühen 19. Jahrhundert errichtet wurden. Zu den von der Denkmalkommission erwähnten 17 denkmalgeschützten Schulhäusern ist als weiteres Schulhaus das 1911-1913 erbaute Schulhaus Nottwil neu hinzugekommen, welches am 17. April 2019 in das kantonale Denkmalverzeichnis aufgenommen wurde. Nicht enthalten in dieser Übersicht sind hingegen ältere, vor der Einführung der allgemeinen Schulpflicht errichtete Schulhäuser, welche in erster Linie als kirchliche oder freiwillige Schulen geführt wurden, und somit nicht dem öffentlichen Volksschulbau zuzuordnen sind.

8.4.5.3. Die kantonale Denkmalkommission nimmt in ihrem Antrag auf Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof Bezug auf die verschiedenen denkmalgeschützten Schulhäuser im Kanton Luzern, um die Einzigartigkeit und damit die qualifizierte Zeugniseigenschaft des Grenzhofes darzulegen. Zunächst bezieht sie sich auf die Schulhäuser der so genannten ersten und ältesten Generation. Dann macht sie auf eine Reihe von Schulhäusern der so genannten zweiten Generation aufmerksam; dies seien repräsentative und ortsbildprägende Schulpaläste, welche die gestiegene Bedeutung des Bildungswesens widerspiegeln. Einzig das Schulhaus Felsberg repräsentiere von den 17 (recte: heute 18) unter Denkmalschutz stehenden Schulen im Kanton Luzern die Nachkriegsmoderne. Die Schulanlage Felsberg sei zudem das einzige unter Denkmalschutz stehende Schulhaus im Kanton Luzern, das als Pavillon-Schulanlage konzipiert sei. Die Schulanlage Grenzhof nehme mit ihrer reinen Beton-Stahl-Pavillon-Konstruktion somit eine Sonderstellung im Kanton Luzern ein und wäre nach Felsberg erst der zweite Vertreter der Nachkriegsmoderne.

8.4.5.4. Der vorstehenden tabellarischen Übersicht ist zu entnehmen, dass keines der Schulhäuser der sogenannten ersten Generation (erbaut im frühen 19. Jahrhundert) heute noch für schulische Zwecke genutzt wird. Dies ist auch nachvollziehbar, haben sich die Anforderungen an den Schulbau in den letzten zwei Jahrhunderten massiv geändert. So war es für die Schulhäuser der ersten Generation noch üblich, dass der Unterricht im Erdgeschoss stattfand, während sich im oberen Geschoss noch eine Lehrerwohnung befand. Diese sich ausschliesslich auf dem Land befindenden und zwischen 1808 und 1815 erbauten Schulhäuser wären für den heutigen Unterricht mit modernen Lernformen in altersgemischten Gruppen, digitalen Medien, und familienergänzenden Betreuungsangeboten kaum geeignet (vgl. Empfehlungen der Dienststelle Volksschulbildung für die Schulbauten der Volksschule vom Mai 2018, [https://volksschulbildung.lu.ch/-/media/Volksschulbildung/Dokumente/unterricht\\_organisation/planen\\_organisieren/schulbauten/empfehlungen\\_schulbauten.pdf?la=de-CH](https://volksschulbildung.lu.ch/-/media/Volksschulbildung/Dokumente/unterricht_organisation/planen_organisieren/schulbauten/empfehlungen_schulbauten.pdf?la=de-CH), zuletzt besucht am 28. Februar 2020; «Dem Lernen Raum geben, Lern- und Lebensraum bauen, Pädagogische Planungshilfe», publiziert von der Dienststelle Volksschulbildung im März 2013, [https://volksschulbildung.lu.ch/-/media/Volksschulbildung/Dokumente/unterricht\\_organisation/planen\\_organisieren/schulbauten/broschuere\\_schulbauten.pdf?la=de-CH](https://volksschulbildung.lu.ch/-/media/Volksschulbildung/Dokumente/unterricht_organisation/planen_organisieren/schulbauten/broschuere_schulbauten.pdf?la=de-CH), zuletzt besucht am 28. Februar 2020). Von den denkmalgeschützten Schulhäusern der so genannten zweiten Generation wird einzig das 1894 erbaute, alte Schul- und Gemeindehaus in Vitznau nicht mehr als Schule genutzt. Alle anderen unter Denkmalschutz stehenden, und insbesondere die im 20. Jahrhundert erstellten, Schulhäuser im Kanton Luzern werden aktuell als Schulen genutzt. Dies trifft im Übrigen für alle Stadtluzerner Schulhäuser zu.

8.4.5.5. Eine Baute soll grundsätzlich als Zeuge und Ausdruck einer historischen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technischen Situation erhalten bleiben. Das bedeutet aber nicht, dass sich ein Schutz der baulichen Substanz nur dann rechtfertigt, wenn zugleich die ehemaligen Funktionen und Strukturen des Schutzobjekts aufrechterhalten bleiben. Andernfalls könnten alte technische Anlagen, Mühlen, Patrizierhäuser oder Klöster kaum je unter Schutz gestellt werden, und überdies könnten Schutzmassnahmen durch eine Veränderung

der ehemaligen Strukturen leicht umgangen werden (Urteil des Bundesgerichtes vom 6. Mai 1998, E. 4b, in: ZBI 101/2000, S. 99 ff.). Somit ist die Nutzung bei älteren Gebäuden weniger entscheidend (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zug vom 1. März 2001, E. 3, in: ZGGVP 2001, S. 108 ff. [Pfarrerhelferhaus], wonach die historische Nutzung einer Baute heute nicht mehr unbedingt sichtbar sein muss, um deren Schutzwürdigkeit zu begründen). Im Hinblick auf diese Rechtsprechung ist es nachvollziehbar, dass die ältesten unter Denkmalschutz stehenden Schulhäuser im Kanton Luzern nicht mehr als Schulen benutzt werden. Dies beeinträchtigt ihre Schutzwürdigkeit nicht. Bei neueren (Schul-)Bauten, wie im Fall des Grenzhofes, ist diese Rechtsprechung hingegen zu relativieren. Im Gegensatz zu alten technischen Gebäuden, Mühlen und Klöstern, die aufgrund der technischen und gesellschaftlichen Veränderungen heute nicht ihrer ursprünglichen Bestimmung entsprechend genutzt werden können, ist im Fall eines neueren Schulhauses eine schulische Nutzung grundsätzlich möglich, wie dies die oben erwähnten Beispiele deutlich illustrieren. Der öffentliche Schulhausbau ist dabei definitionsgemäss für eine schulische Nutzung konzipiert. In diesem Zusammenhang ist zu berücksichtigen, dass die betreffenden Schulhäuser in der Regel im Eigentum des öffentlichen Schulträgers stehen und die Schulpflicht seit Erstellung der Schulhäuser der ersten Generation – zumindest in ihren Grundzügen – unverändert weitergilt. Somit ist zumindest bei den jüngeren Schulhäusern eine konzeptionelle Verknüpfung zwischen Architektur und schulischer Nutzung nicht abzustreiten. Wird die schulische Nutzung aufgegeben, beeinträchtigt dies zwangsläufig die denkmalpflegerischen Qualitäten einer Schulbaute. Dies gilt erst recht im vorliegenden Fall. Wird die Schulanlage Grenzhof unter Schutz gestellt, wäre sie der einzige und zugleich der jüngste, in den letzten 125 Jahren erstellte, denkmalgeschützte Schulbau im Kanton Luzern, der nicht mehr für schulische Zwecke genutzt wird. Somit kann vorliegend davon ausgegangen werden, dass sowohl die Bedeutung des Grenzhofs als herausragender Schulhausbau der Nachkriegsmoderne (Eigenwert) wie auch seine Funktion als eigentliches Quartierzentrum (Situationswert) von seiner weiteren Nutzung als Schule abhängig sind. Im Hinblick auf die vorstehenden Ausführungen ist vorliegend auch ohne Einholung weiterer Fachberichte resp. Auskünfte anzunehmen, dass der Grad der Schutzwürdigkeit der streitbetreffenen Schulanlage durch die Aufgabe der schulischen Nutzung geschmälert wird.

8.4.6. In Bezug auf die schulische Nutzung der Schulanlage Grenzhof ist festzuhalten, dass die Stadt Luzern nicht verpflichtet ist, die Schulanlage Grenzhof weiterhin als solche zu nutzen. Es ist in tatsächlicher Hinsicht von einer nichtschulischen Nutzung auszugehen. Sowohl der Fachberichtersteller wie auch die Denkmalkommission als Fachgremium attestieren der Schulanlage Grenzhof – ausgehend von einer weiteren schulischen Nutzung – eine hohe, hingegen aber keine überragende und damit besonders hohe Schutzwürdigkeit. Diese hohe Schutzwürdigkeit ist im Hinblick auf die Aufgabe der schulischen Nutzung der Schulanlage zu relativieren. In denkmalpflegerischer Hinsicht bedeutet dies, dass lediglich von einem mittleren bis hohen Grad der Schutzwürdigkeit der Schulanlage und mithin von einem mittleren bis hohen öffentlichen Interesse an der Unterschutzstellung auszugehen ist; dies im Gegensatz zur vorinstanzlichen Schlussfolgerung, wonach ein hohes öffentliches Interesse an der Unterschutzstellung Grenzhofs bestehe.

8.5. Zusammenfassend ergibt sich, dass aufgrund der unbestrittenen fachlichen Einschätzungen von einer grundsätzlich hohen Schutzwürdigkeit der Schulanlage Grenzhof auszugehen ist. Die in den Jahren 1992-1995 durchgeführte Sanierung hat die Schutzwürdigkeit der Schulanlage nicht geschmälert. Hingegen ist für den vorliegenden Entscheid zu berücksichtigen, dass die Beschwerdeführerin das streitbetreffene Objekt nicht mehr als Schule nutzt bzw. nutzen wird. Dies hat Auswirkungen auf den Grad der Schutzwürdigkeit der Schulanlage. Diese ist im Hinblick auf die nicht mehr bestehende schulische Nutzung als lediglich mittel bis hoch einzustufen.

9. Nachfolgend ist noch die Verhältnismässigkeit der Unterschutzstellung zu prüfen. Damit eine Eigentumsbeschränkung vor der Eigentumsgarantie standhält, muss nicht nur der damit angestrebte Zweck im öffentlichen Interesse liegen. Nach der Rechtsprechung verlangt der

Grundsatz der Verhältnismässigkeit (Art. 5 Abs. 2 und Art. 36 Abs. 3 BV), dass die Eigentumsbeschränkung zur Erreichung des angestrebten Zieles geeignet und erforderlich ist und dass das verfolgte Ziel in einem vernünftigen Verhältnis zu den eingesetzten Mitteln, den zu seiner Verwirklichung notwendigen Freiheitsbeschränkungen, steht (statt vieler: BGE 115 Ia 27 ff., E. 4b).

9.1. Die Beschwerdeführerin wirft der Vorinstanz eine fehlende bzw. ungenügende Interessenabwägung vor. Sie macht in diesem Zusammenhang zunächst in formeller Hinsicht geltend, die Vorinstanz habe den Untersuchungsgrundsatz (§ 53 VRG) verletzt. So führt sie in der Verwaltungsbeschwerde vom 10. September 2018 aus, es sei stossend, wenn die Vorinstanz im angefochtenen Entscheid zum Schluss komme, eine Sanierung der streitbetreffenen Liegenschaft sei möglich und verhältnismässig. Die Vorinstanz habe selbst zugegeben, dass eine zuverlässige Einschätzung der zu erwartenden Sanierungskosten nicht möglich sei. Umso widersprüchlicher sei deshalb ihre Schlussfolgerung, eine Sanierung erweise sich insgesamt als verhältnismässig. Um eine Verhältnismässigkeitsprüfung bzw. eine Interessenabwägung vornehmen zu können, wäre die Vorinstanz aufgrund der Untersuchungsmaxime verpflichtet gewesen, ein Sanierungsgutachten in Auftrag zu geben. Ein solches Gutachten sei vorliegend zwingend nötig gewesen und hätte sich insbesondere dazu äussern müssen, mit welchen Massnahmen und mit welchem Aufwand die Schulanlage Grenzhof saniert werden könne, wie lange die Schadstoffsanierung dauern und ob sie zu einer langjährigen Einhaltung geltender Schadstoffgrenzwerte führen würde. Die Schlussfolgerung der Vorinstanz, die notwendigen Sanierungsmassnahmen seien gestützt auf die vorliegenden Unterlagen und aus den Erfahrungen mit anderen Objekten technisch möglich und finanziell tragbar, sei nicht nachvollziehbar und treffe nicht zu. Es liege kein Sanierungskonzept vor, aus dem die technische Machbarkeit oder die konkreten Sanierungskosten hervorgehen würden, weshalb es sich bei den Ausführungen der Vorinstanz um reine, unbelegte Mutmassungen und Behauptungen handle. Den eingereichten Untersuchungsberichten der Firma Bau und Umweltchemie Beratungen und Messungen AG lasse sich vielmehr entnehmen, dass selbst bei einer Schadstoffsanierung kein Experte garantieren könne, dass die Räume damit wieder benutzbar würden. Es sei nach Ansicht der Experten selbst nach einer teuren Sanierung möglich, dass die Räume weiterhin unbenutzbar seien, weil dann aufgrund der entfernten Betonteile allfällig weiterhin vorhandenes Naphthalin noch besser ausdiffundieren könne. Eine Nutzung zu Schul- oder anderen Zwecken würde dann undenkbar sein und die Räume würden leer stehen. Zusammenfassend sei ersichtlich, dass aufgrund der Akten in keiner Art und Weise feststehe, dass eine Sanierung der streitbetreffenden Schulanlage technisch überhaupt möglich sei. Deshalb werde auch im vorliegenden Verwaltungsbeschwerdeverfahren ein Gutachten beantragt, welches sich zur technischen Möglichkeit einer Sanierung, den dafür notwendigen Massnahmen und den hierfür anfallenden Kosten äussern solle. Zudem sei im Rahmen eines solchen Gutachtens abzuklären, welche konkreten Auswirkungen allfällige Sanierungsmassnahmen auf die historische Bausubstanz zeitigen würden. Für die Beschwerdeführerin bestehe kein Anlass ein solches Gutachten zu bestellen, da sie die Schulanlage Grenzhof bekanntlich abrechen wolle. Das Gutachten wäre denkmalpflegerisch bedingt und es sei die Pflicht der zuständigen Behörde, den Sachverhalt umfassend von Amtes wegen abzuklären, weshalb auch diese bzw. der Kanton die entstehenden Expertisekosten zu tragen habe (Verursacherprinzip).

Die Beschwerdeführerin rügt ausserdem auch eine Verletzung des Untersuchungsgrundsatzes in Bezug auf die weiteren Sachverhaltsermittlungen der Vorinstanz. Sie führt in der Beschwerdeschrift aus, eine allfällige Sanierung müsse auch die Erbebensicherheit, die behindertengerechte Erschliessung wie auch die energetischen Aspekte erfassen. Aus diesem Grund sei die Vorinstanz im Hinblick auf den Untersuchungsgrundsatz gehalten gewesen, weitere Sachverhaltsermittlung zu treffen bzw. ein Gutachten zu bestellen. Ein solches Gutachten hätte sich zur Frage der Sanierungsfähigkeit und zu den damit verbundenen Massnahmen und Kosten äussern sowie die Frage behandeln müssen, welche Eingriffe in die historische Bausubstanz hierfür erforderlich wären und wie sie die Schutzwürdigkeit der

Schulanlage beeinflussen würden. In prozessualer Hinsicht beantragt die Beschwerdeführerin eine entsprechende Begutachtung im Rahmen des vorliegenden Beschwerdeverfahrens.

9.1.1. In der Vernehmlassung vom 23. November 2018 bringt die Vorinstanz dagegen vor, die Abklärungspflicht der entscheidenden Behörde beschränke sich nur auf die zu beurteilende Frage; vorliegend somit auf die Verhältnismässigkeit der Unterschutzstellung. Abklärungen seien mithin nur insoweit vorzunehmen, als sie für den Entscheid bzw. die Interessenabwägung notwendig seien. Alle für die Beurteilung der Verhältnismässigkeit der Unterschutzstellung relevanten Aspekte liessen sich gestützt auf die vorhandene Aktenlage in genügender Weise beantworten. So gehe die Beschwerdeführerin in Bezug auf die finanzielle Zumutbarkeit der Sanierung selbst davon aus, die Sanierungskosten würden grob 35 Millionen Franken betragen, die veranschlagten Kosten für einen Neubau würden hingegen bei 33 Millionen Franken liegen. Im Hinblick darauf, dass die finanziellen Interessen der Eigentümerin in aller Regel das öffentliche Interesse an einer Unterschutzstellung nicht zu überwinden vermöchten, genügten diese Angaben, um eine Interessenabwägung vornehmen zu können. Eine Sanierung erweise sich zudem auch als technisch möglich. So könne es von der Denkmalpflege nicht für jede voraussichtlich notwendige Sanierungsmassnahme ein gutachterlicher Beweis verlangt werden. Zum einen würde dies unverhältnismässig hohe Kosten bei der Denkmalpflege verursachen, zum anderen könne die Sanierungsfähigkeit eines Objektes im Vorfeld kaum je mit absoluter Gewissheit festgestellt werden. Vielmehr müsse sich eine Sanierung gestützt auf die mit verhältnismässigem Aufwand einzuholenden Unterlagen als möglich erweisen. Dies sei vorliegend der Fall. Die Beschwerdeführerin vermöge denn auch nicht substantiiert glaubhaft zu machen, weshalb die einzelnen Massnahmen nicht möglich sein sollten. Insbesondere würden die in Frage kommenden Sanierungsmassnahmen nicht den Denkmalwert der Gebäude in entscheidender Weise schmälern. Die Schulanlage werde insbesondere aufgrund ihrer Verbindung mit der Topografie und den Aussenräumen unter Schutz gestellt, weshalb selbst starke Veränderungen im Innern die Schutzwürdigkeit der Anlage nicht zwingend beeinflussen würden. Auch sei es üblich, Baudenkmäler an die Bedürfnisse des modernen Lebens anzupassen. Ein exemplarisches Beispiel in diesem Zusammenhang sei das 1948 erbaute Schulhaus Felsberg in der Stadt Luzern.

9.1.2. In der Replik vom 28. Februar 2019 macht die Beschwerdeführerin geltend, die Vorinstanz habe in ihrer Vernehmlassung selbst zugegeben, dass es ihre Aufgabe sei, für die richtige und vollständige Abklärung des rechtserheblichen Sachverhaltes zu sorgen. Diese Pflicht betreffe im vorliegenden Fall die Schutzwürdigkeit, die Sanierungsfähigkeit und die Verhältnismässigkeit der Unterschutzstellung. Dies gehe auch aus den Schreiben der Vorinstanz an die Beschwerdeführerin vom 21. Juli 2016 sowie vom 15. Dezember 2016 hervor. In den erwähnten Schreiben habe sie unmissverständlich festgehalten, dass im Hinblick auf die Verhältnismässigkeitsprüfung zwingend eine verlässliche Analyse der Sanierungsfähigkeit bezogen auf eine weitere Schulnutzung bzw. eine allfällige alternative Nutzung vorliegen müsste. Da die entsprechenden Abklärungen bzw. Analysen aber nicht durchgeführt würden, sei die durch die Vorinstanz im Rahmen der Verhältnismässigkeitsprüfung vorzunehmende Interessenabwägung unrichtig bzw. unvollständig.

9.1.3. Gemäss § 53 VRG stellt die Behörde den Sachverhalt von Amts wegen fest (sog. Untersuchungsgrundsatz). Dieser Grundsatz gilt jedoch nicht uneingeschränkt. Er wird ergänzt durch verschiedene Mitwirkungspflichten der Parteien (§ 55 VRG). So hat eine Partei bei der Feststellung des Sachverhalts mitzuwirken, wenn sie das Verfahren durch eine Rechtsvorkehr, z.B. ein Gesuch, veranlasst hat (§ 55 Abs. 1a VRG) oder soweit ein Rechtssatz ihr besondere Auskunftspflichten auferlegt (§ 55 Abs. 1c VRG; vgl. statt vieler LGVE 2015 VI Nr. 13, E. 4.1). Vorliegend ist unbestritten, dass das Unterschutzstellungsverfahren nicht durch die Beschwerdeführerin selbst, sondern durch die Vorinstanz eingeleitet wurde. Es ist auch kein Rechtssatz ersichtlich, welcher der Beschwerdeführerin in diesem Verfahren besondere Auskunftspflichten auferlegen würde. Das vorliegend anwendbare Spezialgesetz sieht lediglich vor, dass die zuständige Dienststelle befugt ist, die einzutragenden Denkmäler nach vorheriger Benachrichtigung des Eigentümers und des Besitzers zu besichtigen (§ 2

Abs. 5 DSchG). Aus der Pflicht des Eigentümers bzw. des Besitzers, die Besichtigung durch die Denkmalpflege zu dulden, ergibt sich jedenfalls keine allgemeine Auskunft- bzw. Mitwirkungspflicht der Grundeigentümerin in Bezug auf die Erstellung des rechtserheblichen Sachverhalts. Der Beschwerdeführerin ist demnach beizupflichten, dass ein Gutachten über die Sanierungsfähigkeit der Schulanlage und die Auswirkungen der allfälligen Sanierungsmaßnahmen denkmalpflegerisch bedingt ist. Folglich wäre es auch Aufgabe der Vorinstanz, ein solches Gutachten in Auftrag zu geben und die entsprechenden Kosten zu übernehmen. Von der Pflicht der Behörde, den rechtserheblichen Sachverhalt von Amtes wegen festzustellen und für die Zusammentragung des Beweismaterials besorgt zu sein (§ 53 VRG), ist die objektive Beweislast zu unterscheiden, welche die Folgen der Beweislosigkeit regelt (vgl. das selbst von der Beschwerdeführerin in der Beschwerdeschrift referenziertes Urteil des Kantonsgerichtes Luzern vom 29. Juni 2017, 7H 16 303, E. 3.2). In diesem Sinn gilt die materielle Beweislastregel von Art. 8 des Schweizerischen Zivilgesetzbuches vom 10. Dezember 1907 (SR 210; ZGB) analog auch im öffentlichen Recht. Daher gilt auch im vorliegenden Unterschützstellungsprozess der Grundsatz, dass diejenige Partei den Nachteil eines Beweismisserfolgs hinnehmen muss, die aus dem unbewiesen gebliebenen Sachverhalt ein Recht ableiten will (vgl. Urteil des Kantonsgerichtes vom 1. Dezember 2015, 7H 15 219, E. 3.2.1; ferner: Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes vom 11. Februar 2016, B-5003/2015, E. 2 in fine, mit weiteren Hinweisen auf die Rechtsprechung des Bundesverwaltungsgerichtes). Diese Beweisregel greift allerdings erst dann, wenn es sich als unmöglich erweist, im Rahmen der Abklärungspflicht der Behörde (§ 53 VRG) unter Würdigung der Beweise einen Sachverhalt zu ermitteln, der zumindest die Wahrscheinlichkeit für sich hat, der Wirklichkeit zu entsprechen (vgl. Urteil des Kantonsgerichtes vom 1. Dezember 2015, 7H 15 219, E. 3.2.1, mit Hinweis auf die Rechtsprechung des Bundesgerichtes).

9.1.4. Vorliegend ist zum einen strittig, ob die Schulanlage Grenzhof im Hinblick auf die Schadstoffbelastung überhaupt saniert werden kann. Zum anderen ist nicht klar, wie hoch die allfälligen Sanierungskosten ausfallen würden. Beide Fragen sind entscheidungswesentlich. An der erforderlichen Eignung der Unterschützstellung fehlt es typischerweise bei einem nicht mehr sanierungsfähigen Abbruchobjekt, denn in einem solchen Fall lässt sich die als schutzwürdig befundene Baustruktur mit einem Abbruchverbot kaum mehr erhalten (vgl. BVR 2001, S. 495 ff., S. 503 [Kocher-Büetiger-Haus]). Auch die Frage nach den allfälligen Sanierungskosten ist für die Beurteilung der Zumutbarkeit der Unterschützstellung (bzw. sog. Verhältnismässigkeit im engeren Sinn oder Interessenabwägung) entscheidend (statt vieler: Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 24. Oktober 2013, VB.2013.00134, E. 7.3; und Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 26. Januar 2011, VB.2010.00472, E. 8.1 mit weiteren Hinweisen). Nachfolgend ist demnach zu prüfen, ob die Schulanlage Grenzhof im Hinblick auf die Schadstoffbelastung saniert werden kann, wie hoch die damit verbundenen Kosten ausfallen würden und ob die Vorinstanz in diesem Zusammenhang den Untersuchungsgrundsatz verletzt hat. Schliesslich ist auf die Rüge der Beschwerdeführerin einzugehen, die Vorinstanz habe den rechtserheblichen Sachverhalt in Bezug auf weitere Sanierungsaspekte, wie Erdbebensicherheit, behindertengerechte Erschliessung und energetische Sanierung, falsch bzw. ungenügend erstellt.

9.1.5. Die streitbetroffene Schulanlage ist unbestrittenermassen mit Naphthalin und weiteren Teeölinhaltsstoffen belastet. Gemäss den von der Beschwerdeführerin eingereichten Untersuchungsberichten der Firma Bau und Umweltchemie Beratungen und Messungen AG (nachfolgend BUC AG) wurden im Zeitraum zwischen 2015 und 2018 mehrere Messungen an verschiedenen Stellen in der Schulanlage durchgeführt. Zusammengefasst hielt die untersuchende Firma BUC AG fest (vgl. insbesondere die Untersuchungsberichte vom 5. Juli 2018 und vom 13. August 2018 [5. und 6. Untersuchungsbericht]), dass die WHO-Richtwerte für die Summe der Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline (vorsorglicher Richtwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und vorläufiger Eingreifwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in mehreren Räumen überschritten würden. Es wurde ein sofortiger Handlungsbedarf sowohl aus gesundheitlicher wie auch aus geruchlicher Sicht festgestellt. Es wurde ein strenges Lüftungsregime und der Einsatz von Lüftungsgeräten empfohlen. Ferner wurde empfohlen, einzelne Räume nicht zu benutzen. Als Quelle

der Schadstoffe wurde eine PAK-haltige (PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) Spreuschüttung in den Zwischenböden identifiziert. Für eine nachhaltige Verbesserung der Schadstoffbelastung wurde die Entfernung der PAK-haltigen Spreuschüttung empfohlen. Bei den Messungen im Mai 2018 wurden sämtliche genutzten Räume in Pavillon 1 und Pavillon 2 auf Naphthaline und Teerölinhaltsstoffe untersucht. Der gesundheitliche Eingriffswert gemäss WHO für die Summe der Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde in 15 Räumen überschritten; eine Überschreitung des gesundheitlichen Vorsorgewertes ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) wurde hingegen in sechs Räumen festgestellt. Keine Überschreitung der WHO-Richtwerte wurde in einem Raum festgestellt. Aufgrund der Messergebnisse wurde aus gesundheitlicher Sichtweise Handlungsbedarf festgestellt. Es wurde weiterhin empfohlen, ein strenges Lüftungsregime einzuhalten, Lüftungsanlagen einzubauen und einzelne Räume mit hohen Schadstoffkonzentration nicht mehr zu benutzen. In den Untersuchungsberichten der BUC AG vom 5. Juli 2018 und vom 13. August 2018 (5. und 6. Untersuchungsbericht) empfiehlt die untersuchende Firma für die langfristige Senkung der Schadstoffkonzentration die Entfernung der PAK-haltigen Spreuschüttung. Da die Schadstoffe jedoch möglicherweise in die Rohbausubstanz eingedrungen sein könnten, werde zudem der Einbau einer Lüftungsanlage empfohlen. So hätte die Entfernung der belasteten Bodenschicht zur Probesanierung eines stark belasteten Raumes im vergleichbaren Fall des Schulhauses Manuel in Bern zwar eine Reduktion, jedoch keine Senkung der Naphthalin-Belastung unter die Richtwerte gezeigt.

9.1.6. Für die Feststellung, ob die Schulanlage Grenzhof schadstofffrei saniert werden kann, ist zunächst zu ermitteln, welche Richtwerte hierfür massgebend sind. Die untersuchende Firma verweist in ihren Berichten in erster Linie auf den Richtwert der WHO für die Summe der Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline. Die Verfahrensbeteiligten gehen in ihren Eingaben grundsätzlich von der Gültigkeit der WHO-Richtwerte aus. In ihrem Amtsbericht vom 3. September 2019 hält die Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz fest, eine belastete Innenluft sei als wichtiger Risikofaktor für die Gesundheit anerkannt. Im Gegensatz zu asbesthaltigen Produkten, die in einem festen, eingeschlossenen Zustand keine Gefahr mehr darstellten, seien Teerölprodukte flüchtig. Dies bedeute, sie könnten über längere Zeiträume durch das Baumaterial in die Raumluft austreten und so über die Atmung von Menschen aufgenommen werden oder über Diffusion in andere Baumaterialien zu Sekundärkontaminationen führen. Die Beurteilung einer Gesundheitsgefährdung aufgrund der gemessenen Werte im Schulhaus Grenzhof könne nicht direkt durch einen Vergleich mit den WHO-Werten erfolgen, da diese Jahresmittelwerte darstellten. Die Gesundheitsgefährdung hänge auch stark von der Aufenthaltsdauer der Nutzer und anderen Faktoren, wie Lüftungsverhalten, ab. Die MAK-Werte, welche die höchstzulässige Durchschnittskonzentration eines gas-, dampf-, oder staubförmigen Arbeitsstoffes in der Luft für die Beschäftigung am Arbeitsplatz bei einer Arbeitszeit von 8 Stunden täglich und 42 Stunden pro Woche regeln, seien hier bei Weitem nicht überschritten. Diese Werte würden sich jedoch auf gesunde Menschen beziehen und seien daher für die Einschätzung der Luftqualität im vorliegenden Fall nicht geeignet. In Wohn-, Spital- und/oder Schulräumen hielten sich auch Kinder, Schwangere, ältere und/oder kranke Menschen auf. Da diese Personengruppen erheblich empfindlicher auf Raumlufthygiene reagieren könnten, stellten die MAK-Werte nicht das geeignete Kriterium dar, um die Luftqualität in solchen Räumen zu beurteilen. Bei Wohn-, Spital- und/oder Schulräumen werde allgemein das Vorsorgeprinzip nach dem Stand der Technik angewendet. Es gelte die Raumluftbelastung möglichst tief zu halten und nur Baumaterialien einzusetzen, welche auf Dauer keine gesundheitsschädigende Wirkung hätten. Zur Beurteilung der Raumluftbelastung in Wohn-, Spital- und/oder Schulräumen werde vom Bundesamt für Gesundheit (nachfolgend BAG) generell die WHO-Leitlinie für Innenraumluft herangezogen. Diese Leitlinie habe die WHO aufgrund wissenschaftlicher Grundlagen erlassen. Die in den Schulanlagen Grenzhof gemessenen Raumluftkonzentrationen überschritten diese WHO-Richtwerte. Zu berücksichtigen in diesem Zusammenhang sei jedoch, dass Messergebnisse stark schwanken könnten und von verschiedensten Faktoren, wie Lüftungsverhalten, Raumtemperatur, Oberfläche und Oberflächenbeschaffenheit, Raumhöhe, Baumaterialien, Strömung etc., abhängig seien. Ferner sei zu ergänzen, dass der Richtwert I als Zielwert bei der Sanie-

rung dienen könne. Das BAG empfehle ausdrücklich, dass dieser Wert nicht ausgeschöpft, sondern nach Möglichkeit unterschritten werden sollte. Dadurch könnten die gesundheitsbedingten Restrisiken weiter gesenkt werden.

9.1.6.1. Die Ausführungen im Amtsbericht zur Definition der WHO-Richtwerte können vorliegend vollumfänglich übernommen werden. Der von der WHO empfohlene Richtwert II (sog. Eingreifwert von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ist demnach ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich gehandelt werden sollte, da diese Konzentration, besonders für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen, eine gesundheitliche Gefährdung darstellen kann. Der von der WHO empfohlene Richtwert I (sog. Vorsorgewert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) stellt hingegen die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft dar, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Eine Überschreitung ist mit einer hygienisch unerwünschten Belastung verbunden. Aus Gründen der Vorsorge sollte auch im Konzentrationsbereich zwischen Richtwert I und II gehandelt werden. Der Richtwert I kann als Zielwert bei der Sanierung dienen. Er sollte nicht ausgeschöpft, sondern nach Möglichkeit unterschritten werden.

9.1.6.2. Bei den vorstehend dargelegten Richtwerten handelt es sich nicht um rechtlich verbindliche Werte, sondern um Empfehlungen der Gesundheitsbehörden aufgrund wissenschaftlicher Erkenntnisse. Aus rechtlicher Sicht ist zu berücksichtigen, dass gemäss § 150 des Planungs- und Baugesetzes (PBG; SRL Nr. 735) zum Schutz der Gesundheit bei der Bautechnik und bei der Wahl der Baumaterialien die Erkenntnisse der Baubiologie mitberücksichtigt werden sollen. Auf die Dauer gesundheitsschädigende Baumaterialien dürfen nicht verwendet werden. Ob die Nutzer eines Gebäudes gestützt auf diese Bestimmung des PBG konkrete Ansprüche gegen die Eigentümerin ableiten können, ist fraglich, muss aber vorliegend nicht abschliessend beantwortet werden. Auch ist nicht relevant, ob die allfälligen Mieter eines kontaminierten Gebäudes gegenüber der Vermieterin bzw. der Eigentümerin nach den mietrechtlichen Bestimmungen des Obligationenrechtes (SR 220; OR) oder aus Werkeigentümerhaftung (Art. 58 OR) klagen können. Das von der Beschwerdeführerin in diesem Zusammenhang ins Recht gelegte «rechtliche Gutachten» von Prof. Dr. iur. Walter Fellmann ist nicht von entscheidungswesentlicher Bedeutung. Die Beschwerdeinstanz ist ohnehin gehalten, das Recht ungeachtet der Parteivorbringen von Amtes wegen anzuwenden (§ 37 Abs. 2 VRG). Wegleitend für das Bildungs- und Kulturdepartement ist vorliegend, dass einer Grundeigentümerin in der Regel nicht zugemutet werden kann, ein schadstoffbelastetes Gebäude, in welchem der Aufenthalt von gewissen Personengruppen gesundheitsgefährdend sein könnte, als Denkmal dauernd zu erhalten. Eine Sanierung der belasteten Gebäude oder Gebäudeteile muss möglich sein, so dass der Aufenthalt von Personen je nach Art der Nutzung des Baudenkmals nicht als gesundheitsgefährdend eingestuft werden muss. Dabei ist dem von der Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz erwähnten Vorsorgeprinzip Rechnung zu tragen.

9.1.6.3. Gemäss der Einschätzung der Vorinstanz im angefochtenen Entscheid sei auf der Schulanlage Grenzhof nebst der bereits aufgegebenen schulischen Nutzung, auch eine schulähnliche Nutzung, wie eine Betreuungsinstitution für Kinder oder Erwachsene, denkbar und auch eine gewerbliche oder eine Wohnnutzung schienen zumindest nicht ausgeschlossen. Für welche Nutzung auch immer sich die beschwerdeführende Eigentümerin entscheiden würde, in den streitbetreffenden Gebäuden müssen sich dauerhaft Menschen aufhalten können, ohne gesundheitliche Folgen zu befürchten. Auch unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Messergebnisse stark schwanken können und die Richtwerte die lebenslange Exposition erfassen, muss bei einer Sanierung das Unterschreiten des Vorsorgewertes von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert I) möglich sein. Ist dies nicht der Fall, so wäre eine Unterschutzstellung

im vorliegenden Fall im Hinblick auf die mittlere bis hohe (und damit eingeschränkte) Schutzwürdigkeit der Schulanlage der Beschwerdeführerin nicht zumutbar.

9.1.6.4. Zusammenfassend ist festzuhalten, dass für die Feststellung, ob die Schulanlage Grenzhof schadstofffrei saniert werden kann, auf den von der WHO und auch vom BAG empfohlenen Vorsorgewert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert I) abzustellen ist. Ob eine Überschreitung dieses Wertes, jedoch eine Unterschreitung des Eingreifwertes von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert II), was lediglich als ein hygienisch unerwünschter Zustand einzustufen ist, aus rechtlichen Gründen im Einzelfall zulässig ist, muss vorliegend nicht beantwortet werden. Entscheidend ist vorliegend, dass im Hinblick auf die mittlere bis hohe Schutzwürdigkeit der Schulanlage der Beschwerdeführerin nicht zugemutet werden kann, eine aus gesundheitlicher Sicht hygienisch belastete Anlage dauernd als Denkmal zu erhalten. Dies gilt auch, wenn lediglich einzelne Räume davon betroffen wären. Nachfolgend ist demnach zu prüfen, ob die Schulanlage Grenzhof so saniert werden kann, dass der Vorsorgewert in allen Räumlichkeiten dauernd unterschritten werden kann.

9.1.7. In ihren Untersuchungsberichten empfiehlt die Firma BUC AG für eine langfristige Senkung der Schadstoffkonzentration die Entfernung der PAK-haltigen Spreuschüttung. Da den Berichten zufolge die Schadstoffe jedoch möglicherweise in die Rohbaubsubstanz eingedrungen seien, sei zudem der Einbau einer Lüftungsanlage empfohlen. In ihrem 6. Untersuchungsbericht referenziert die untersuchende Firma als Vergleichsobjekt das Schulhaus Manuel in Bern, wo die Entfernung der belasteten Bodenschicht bei der Probesanierung eines stark belasteten Raumes zwar eine Reduktion, jedoch keine Senkung der Naphtalin-Belastung unter die Richtwerte gezeigt habe. Hingegen sei in einem mittelstark belasteten Raum die Raumluftkonzentration mittels Einbau einer Lüftungsanlage mit einem hohen Luftwechsel unter die Richtwerte gesenkt worden. In ihrem Amtsbericht vom 3. September 2019 kommt die Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz zum Schluss, dass aufgrund der Untersuchungsberichte der Firma BUC AG davon auszugehen sei, dass die Schulanlage nicht nur primär, sondern auch sekundär belastet sei. Konkret bedeutet dies, dass sich die Teerölinhaltsstoffe nicht mehr nur in den ursprünglich belasteten Zwischenböden befinden, sondern praktisch das ganze Gebäude infolge der langen Einwirkungszeit der flüchtigen Schadstoffe sekundär kontaminiert ist. Die berichterstattende Dienststelle geht deshalb davon aus, dass die Schulanlage Grenzhof nur mit eher hohem bis sehr hohem Aufwand schadstofffrei saniert werden kann. Eine Sanierung wäre im vorliegenden Fall mit Unsicherheiten und einem gesundheitlichen Restrisiko verbunden. Die Beschwerdeführerin hält in ihrer Beschwerde fest, den aufgelegten Untersuchungsberichten lasse sich entnehmen, dass selbst bei einer Schadstoffsanierung kein Experte garantieren könne, dass die Räumlichkeiten der Schulanlage damit wieder benutzbar würden. Das einzig bekannte Beispiel des Schulhauses Manuel in Bern zeige vielmehr, dass auch nach einer versuchten Sanierung weiterhin aufwendige technische Lüftungs- und Luftreinigungsmassnahmen notwendig seien. Die Erfahrungen aus der Praxis zeigten zudem, dass ohne vollständige Entfernung der Quelle keine Reduktion der Schadstoffe erzielt werde und bereits kleinste Mengen an Schadstoffrückständen den Sanierungserfolg in Frage stellten.

Den Akten ist insgesamt nicht zu entnehmen, dass eine schadstofffreie Sanierung der Schulanlage Grenzhof in dem Sinne möglich ist, dass die Raumluftkonzentration in allen Räumlichkeiten unter den Vorsorgewert gesenkt werden kann. Umgekehrt kann aber aus ihnen auch nicht geschlossen werden, dass eine Schadstoffsanierung nicht möglich ist. Die Akten lassen eher den Schluss zu, dass eine erfolgreiche Schadstoffsanierung als wahrscheinlich erscheint, bewiesen ist dieser Umstand aber nicht. Insofern erweist sich, die Schlussfolgerung der Vorinstanz, eine Sanierung sei aufgrund der Akten möglich, als nicht nachvollziehbar. Die Vorinstanz führt denn auch nicht aus, welche Richtwerte bei einer Sanierung massgebend wären. Indes überzeugen die Ausführungen der Beschwerdeführerin, wonach im vorliegenden Fall kein Experte garantieren könne, dass die Räumlichkeiten der Schulanlage nach einer Schadstoffsanierung wieder benutzbar werden würden. Die Dienststelle Lebensmittelkontrolle und Verbraucherschutz kommt in ihrem Amtsbericht denn auch zum Schluss,

dass praktisch das ganze Gebäude sekundär belastet sei. Aus diesem Grund ist davon auszugehen, dass selbst eine allfällige Probesanierung einzelner Räume keine Rückschlüsse auf die Sanierungsfähigkeit der gesamten Schulanlage erlauben würde. Vor diesem Grund ist entgegen dem Antrag der Beschwerdeführerin in antizipierter Beweiswürdigung auf die Einholung weiterer Gutachten oder Berichte zu verzichten. Aufgrund der Untersuchungsmaxime gemäss § 53 VRG ist es zwar Sache der Behörden, für die Zusammentragung des Beweismaterials besorgt zu sein. Dies ändert jedoch nichts daran, dass die Folge einer allfälligen Beweislosigkeit von einem Verfahrensbeteiligten zu tragen ist. Vorliegend kann nicht mit genügender Wahrscheinlichkeit bewiesen werden, ob die Schulanlage Grenzhof schadstofffrei saniert werden kann. Nachfolgend ist demnach zu prüfen, wer die Folgen dieses beweislosen Zustandes zu tragen hat.

9.1.8. In ihrer Replik bringt die Vorinstanz zu Recht vor, es könne von der Denkmalpflege nicht für jede voraussichtlich notwendige Sanierungsmassnahme ein gutachterlicher Beweis verlangt werden. Bei einem stark sanierungsbedürftigen Schutzobjekt liesse sich die Sanierungsfähigkeit kaum mit absoluter Gewissheit gutachterlich feststellen. Dies würde es der Denkmalpflege insbesondere verunmöglichen, Schutzmassnahmen bei Objekten anzuordnen, die zwar von herausragender denkmalpflegerischer Qualität sind, bei denen jedoch ungewiss und gutachterlich nicht feststellbar ist, ob eine Sanierung technisch möglich ist. Vor diesem Hintergrund und aufgrund der allgemeinen Beweislastregel von Art. 8 ZGB, welche auch vorliegend zur Anwendung gelangt, sind die Folgen der Beweislosigkeit von der betroffenen Eigentümerin zu tragen. Vorliegend bedeutet dies, dass die Beschwerdeführerin aus der Tatsache, dass die Sanierungsfähigkeit der Schulanlage Grenzhof in Bezug auf die Schadstoffbelastung nicht festgestellt werden kann, keine Rechte ableiten kann. Somit kann auch nicht gesagt werden, die von der Vorinstanz verfügte Unterschutzstellung erweise sich per se als nicht geeignet, die Schulanlage Grenzhof als schutzwürdiges Baudenkmal zu erhalten (vgl. auch BVR 2001, S. 495 ff. [Kocher-Büetiger-Haus]). Die mit der Sanierung verbundenen Unsicherheiten in Bezug auf den Sanierungserfolg und die Sanierungskosten sind indessen bei der Interessenabwägung zu berücksichtigen.

9.1.9. Zu prüfen ist weiter, ob die Vorinstanz den Untersuchungsgrundsatz (§ 53 VRG) verletzt hat. Wie die obigen Ausführungen zeigen, hat die Vorinstanz zu Unrecht angenommen, die Schulanlage Grenzhof könne schadstofffrei saniert werden. Damit hat sie den rechtserheblichen Sachverhalt falsch erstellt. Daraus ist jedoch nicht zu schliessen, die Vorinstanz habe ihre Untersuchungspflichten verletzt. Aus den vorstehenden Erwägungen ergibt sich, dass ein Gutachten keine weiteren Erkenntnisse in Bezug auf die Frage, ob die Schulanlage schadstofffrei saniert werden kann, gebracht hätte. Davon geht selbst die Beschwerdeführerin aus. An diesem Ergebnis ändert auch der Umstand nichts, dass die Vorinstanz in ihren Schreiben an die Beschwerdeführerin vom 21. Juli 2016 und vom 15. Dezember 2016 festhielt, für die Beurteilung der Verhältnismässigkeit der Massnahme benötige es eine zuverlässige Studie zur Sanierungsfähigkeit der Anlage. Entscheidend ist, dass die Vorinstanz mit Schreiben vom 20. April 2018 der Stadt Luzern als Eigentümerin und Standortgemeinde der streitbetroffenen Liegenschaft das rechtliche Gehör gewährte und sodann mit erneutem Schreiben vom 28. Juni 2018 diese darüber informierte, dass sie gestützt auf die Akten eine Sanierung als möglich und verhältnismässig erachte. Die Beschwerdeführerin erhielt erneut Gelegenheit, sich zur geplanten Unterschutzstellung und zur Würdigung der Vorinstanz zu äussern, was sie auch mit Eingabe vom 10. Juli 2018 auch tat. Somit hat sich die Vorinstanz weder treuwidrig verhalten, noch hat sie den Untersuchungsgrundsatz verletzt. Auch in Bezug auf die Frage, wie hoch die Sanierungskosten ausfallen würden und welche Eingriffe in die historische Bausubstanz notwendig sind, durfte die Vorinstanz, ohne den Untersuchungsgrundsatz (§ 53 VRG) zu verletzen, auf die Bestellung einer Expertise verzichten. Zum einen ist es aufgrund der vorstehenden Ausführungen anzunehmen, dass eine zuverlässige gutachterliche Einschätzung der Sanierungskosten kaum möglich ist. Zum anderen wog die Vorinstanz in antizipierter Beweiswürdigung die Interessen des Denkmalschutzes höher als die wirtschaftlichen Interessen der Beschwerdeführerin in Bezug auf die Sanierungskosten, was nicht eine Frage der Verletzung der Untersuchungsmaxime, sondern eine

der materiellen Interessenabwägung ist. Zudem überzeugen die Ausführungen der Vorinstanz, wonach die Schulanlage insbesondere aufgrund ihrer Verbindung mit der Topografie und den Aussenräumen unter Schutz gestellt wird, weshalb selbst starke Veränderungen im Innern die Ausstrahlung der Anlage nicht zwingend beeinflussen würden. Auch in diesem Zusammenhang durfte die Vorinstanz aufgrund ihrer Einschätzung auf die Einholung eines Gutachtens verzichten.

Weiter moniert die Beschwerdeführerin, eine allfällige Sanierung müsse auch die Erbebensicherheit, die behindertengerechte Erschliessung wie auch die energetischen Aspekte erfassen. Die Vorinstanz hätte aufgrund des Untersuchungsgrundsatzes auch diesbezüglich ein Gutachten in Auftrag geben müssen. In Bezug auf die Erbebensicherheit hielt die Beschwerdeführerin in ihrer Stellungnahme an die Vorinstanz vom 16. Mai 2018 fest, die Erbebensicherheit sei nicht gegeben und es liege keine Untersuchung für die erforderlichen Massnahmen vor. Die Erfahrung der Beschwerdeführerin aus zwei sanierten Objekten zeige, dass die einschlägigen Baukosten zwischen mehreren Hunderttausend bis weit über zwei Millionen Franken betragen könnten. Die Beschwerdeführerin beanstandete somit vor der Vorinstanz insbesondere die hohen Kosten im Zusammenhang mit der erforderlichen Erdbenenertüchtigung. Es liegen hingegen keine Hinweise vor, dass diese technisch nicht möglich sein sollte. Die Vorinstanz durfte somit auch hier von der Einholung eines Gutachtens absehen. In Bezug auf die Kosten einer Erdbenenertüchtigung hielt die Vorinstanz fest, dass diese zwar nicht bekannt seien, es jedoch im Hinblick auf die Interessenabwägung auch keiner abschliessenden Einschätzung bedarf. Auch hier ging die Vorinstanz in antizipierter Beweiswürdigung davon aus, dass die mutmasslichen Sanierungskosten für eine Erdbenenertüchtigung der Schulanlage Grenzhof nicht das öffentliche Interesse an der Unterschutzstellung überwiegen würden, was sie auch im Hinblick auf die Untersuchungsmaxime durfte. Das Gleiche lässt sich auch in Bezug auf die behindertengerechte Erschliessung und die energetische Sanierung sagen. Ausserdem gilt in Bezug auf diese Belange ohnehin der Grundsatz, dass Baudenkmäler nicht stets auf den neusten Stand der Technik gebracht werden können bzw. müssen und im Rahmen einer Interessenabwägung Kompromisse einzugehen sind (vgl. etwa § 157 Abs. 4 PBG, wonach auf die behindertengerechte Erschliessung verzichtet werden darf, wenn unverhältnismässige Kosten entstehen oder andere Interessen [etwa diejenigen des Denkmalschutzes] überwiegen). Was die Kosten für die behindertengerechte Erschliessung und die energetische Sanierung angeht, hielt die Vorinstanz in ihrem Schreiben an die Beschwerdeführerin vom 28. Juni 2018 fest, die vorhandenen Akten würden eine genügende Grundlage für die Beurteilung der finanziellen Verhältnismässigkeit der Unterschutzstellung liefern. Auch hier durfte die Vorinstanz eine antizipierte Beweiswürdigung vornehmen, ohne den Untersuchungsgrundsatz zu verletzen. Sie erachtete die mutmasslichen Sanierungskosten, auch wenn diese ungewiss waren, für die Beschwerdeführerin als zumutbar, was eine Frage der Interessenabwägung ist. Auch durfte sie in Bezug auf die behindertengerechte Erschliessung und die energetische Sanierung annehmen, eine entsprechende Sanierung würde die historische Bausubstanz nicht dermassen beeinträchtigen, so dass die Interessenabwägung anders ausfallen müsste. Insgesamt hat die Vorinstanz den Untersuchungsgrundsatz (§ 53 VRG) nicht verletzt.

9.1.10. Zusammenfassend ergibt sich, dass in Bezug auf die Frage, ob sich die Schadstoffkonzentration in der Schulanlage Grenzhof unter den von der WHO empfohlenen Vorsorgewert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Richtwert I) bringen lässt, keine abschliessende Beurteilung möglich ist. Insofern herrscht ein beweisloser Zustand, dessen Folgen die Beschwerdeführerin als Grundeigentümerin des streitbetreffenen Objektes zu tragen hat. Auch wenn die Vorinstanz davon ausging, eine Schadstoffsanierung des Grenzhofes sei möglich, hat sie den Untersuchungsgrundsatz nicht verletzt. Entscheidend in diesem Zusammenhang ist der Umstand, dass aufgrund der Sekundärkontamination des Gebäudes ein Sanierungsgutachten keine neuen bzw. abschliessenden Erkenntnisse erbracht hätte. Die Vorinstanz durfte ferner, ebenfalls ohne den Untersuchungsgrundsatz zu verletzen, auf die Einholung weiterer Gutachten in Bezug auf die Sanierungskosten verzichten, und in antizipierter Beweiswürdigung annehmen, die Interessen des Kulturgüterschutzes überwögen die wirtschaftlichen Interessen der

Beschwerdeführerin. Die Vorinstanz hat ausserdem ihre Untersuchungspflichten nicht verletzt, indem sie annahm, eine Erdbebenertüchtigung, eine behindertengerechte Erschliessung und eine energetische Sanierung seien möglich, und ohne abschliessende Einschätzung der damit verbundenen Sanierungskosten eine Interessenabwägung zuungunsten der Beschwerdeführerin vornahm. Die Vorinstanz durfte letztlich auch davon ausgehen, die mit einer Sanierung verbundenen Eingriffe in die historische Bausubstanz würden die Denkmalqualität der Schulanlage nicht dermassen beeinträchtigen, so dass die von ihr vorgenommene Interessenabwägung anders ausfallen müsste.

Sofern die Beschwerdeführerin auch im vorliegenden Beschwerdeverfahren die Bestellung einer Expertise in Bezug auf die vorstehend thematisierten Sanierungsfragen beantragt, kann im Hinblick auf die nachstehende Interessenabwägung darauf verzichtet werden (vgl. auch Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 13. Juni 2012 [Verzicht auf Unterschutzstellung der Schulanlage Goldbach, Küsnacht], VB.2011.00644).

9.2. Nachfolgend sind demnach die **gegenüberstehenden Interessen abzuwägen**. Die Vorinstanz hat im angefochtenen Entscheid zur Interessenabwägung bzw. Zumutbarkeit der Unterschutzstellung zusammengefasst erwogen, am Erhalt der Schulanlage Grenzhof bestehe aufgrund ihrer hohen architektonischen Qualität und ihres Situationswertes ein hohes öffentliches Interesse. Einer Unterschutzstellung stünden hingegen mit den Kosten einer Sanierung, den Vorteilen eines Neubaus für den Schulbetrieb und der Möglichkeit für die Umsetzung von gemeinnützigem Wohnungsbau jedoch gewichtige öffentliche Interessen gegenüber. In einer gesamtheitlichen Würdigung vermöchten diese jedoch das öffentliche Interesse an einer Unterschutzstellung nicht zu überwiegen. Dabei sei jedoch zum einen zu berücksichtigen, dass die weitere Nutzung der Anlage als Schule durch die Unterschutzstellung nicht verunmöglicht werde. Zum anderen seien die mit dem Erhalt der Schulanlage verbundenen voraussichtlichen Sanierungskosten nicht derart hoch, als dass eine Unterschutzstellung unzumutbar erschiene. Auch würden die Sanierungsmassnahmen nicht zu einem unverhältnismässigen Verlust der denkmalpflegerisch wertvollen Substanz und damit zur Identität des Denkmals führen. Letztlich vermöge auch die Berücksichtigung des öffentlichen Interesses an der Erstellung gemeinnützigen Wohnraumes diese Würdigung nicht zu ändern. Der Stadt Luzern sei es insbesondere möglich auf dem noch nicht überbauten Teil des Grundstückes gemeinnützigen Wohnungen zu erstellen.

9.2.1. Die Beschwerdeführerin wirft der Vorinstanz eine fehlende bzw. ungenügende Interessenabwägung vor. Die Vorinstanz habe die Höhe der mutmasslichen Sanierungskosten zu wenig bzw. gar nicht berücksichtigt. So habe sie zunächst ausdrücklich festgehalten, aufgrund der Akten sei eine Festlegung der zu erwartenden Sanierungskosten nicht möglich, um sogleich zu relativieren, die Sanierungskosten würden «lediglich» rund 28 Millionen Franken betragen und damit unter den rund 33 Millionen Franken liegen, welche für einen Neubau vorgesehen seien. Unter Berücksichtigung der Kosten für die Erdbebenertüchtigung und die Schadstoffsanierung seien die Kosten für eine umfassende Sanierung auf 35 Millionen Franken zu schätzen. Mit ihrem Argument, den finanziellen Aufwand der Eigentümerin komme im Bereich des Denkmalschutzes kein besonderes Gewicht zu, habe sich die Vorinstanz einer einzelfallgerechten Beurteilung verschlossen. Auch habe die Vorinstanz die bestehende Schadstoffbelastung bei der Interessenabwägung zu wenig berücksichtigt. So bestehe vorliegend keine Garantie, dass die Schulanlage Grenzhof in Bezug auf die Naphthalinbelastung überhaupt nachhaltig saniert werden könne. Auch beim erwähnten Schulhaus Manuel in Bern könne nicht von einer erfolgreichen Sanierung gesprochen werden, da dort der Einbau einer starken Lüftung erforderlich gewesen sei. Die starke Lüftung brauche viel Energie, was bei einem dauernd als Denkmal zu erhaltenden Gebäude in energetischer Hinsicht nicht zu vertreten sei. Ausserdem sei dem Gesundheitsschutz hohe Priorität einzuräumen. Dies gelte insbesondere bei einer schulischen, aber auch bei einer alternativen Nutzung. Die Vorinstanz sei in ihrer Interessenabwägung auch nicht auf die Schwierigkeiten und den verhältnismässig grossen Aufwand einer allfälligen Schadstoffsanierung eingegangen. Zudem habe die Vorinstanz nicht berücksichtigt, welche schulische und schulbetriebliche

Vorteile bei einer Zusammenlegung der zwei Schulstandorte Grenzhof und Rönimoos und bei einem entsprechenden Erweiterungsneubau für die Stadt Luzern entstehen würden. Die geplante 3-fach-Turnhalle würde Vorteile auch für den Vereinssport bringen. Ausserdem habe die Vorinstanz zu wenig den Umstand gewichtet, dass bei einer umfassenden Sanierung der Schulanlage erheblich in die historische Bausubstanz eingegriffen würde. Bei einer allfälligen Umnutzung der Gebäude müssten diese Eingriffe noch stärker ausfallen. Ferner wäre eine Umnutzung der Schulanlage aus wirtschaftlichen Gründen gar nicht möglich. Eine Sanierung mit einer anschliessenden Vermietung im Dienstleistungssektor würde angesichts der zu erwartenden Marktmiete nicht rentieren. Nicht zuletzt habe die Vorinstanz den Interessen des gemeinnützigen Wohnbaus zu wenig Beachtung geschenkt. Die Stadt Luzern habe den Volksauftrag erhalten, den Anteil der gemeinnützigen Wohnung bis Ende 2037 auf 16 Prozent zu erhöhen, d.h. es müssten bis dann ca. 2'300 gemeinnützige Wohnung realisiert werden. Die Stadt Luzern plane auf dem Areal Grenzhof über 300 gemeinnützige Wohnung zu erstellen. Die von der Vorinstanz behauptete Wirkung der Schulanlage Grenzhof als Quartierzentrum werde nicht mehr gelebt. Das Quartierzentrum wolle die Beschwerdeführerin erst noch entwickeln.

9.2.2. Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichts vermögen finanzielle Interessen der Eigentümer an einer möglichst gewinnbringenden Ausnützung ihrer Liegenschaften das öffentliche Interesse an einer Denkmalschutzmassnahme grundsätzlich nicht zu überwiegen. Andernfalls könnten Gebäude, die auf stark unternutzten Grundstücken der Ausschöpfung der Ausnutzungsreserven im Weg stehen, nie unter Schutz gestellt werden (vgl. statt vieler: BGE 126 I 219 ff., E. 2c; BGE 120 Ia 270 ff., E. 6c, S. 285 [Badischer Bahnhof] und BGE 118 Ia 384 ff., E. 5e [Küchlin Theater]). Je grösser dabei die Schutzwürdigkeit eines Schutzobjekts ist, desto weniger können private Interessen ins Gewicht fallen (BGE 126 I 219 ff., E. 2c). Fragen nach den wirtschaftlichen Implikationen einer Denkmalschutzmassnahme sind dann im Rahmen eines allfälligen Enteignungsverfahrens zu prüfen (vgl. etwa nicht veröffentlichten Entscheid des Bundesgerichtes vom 18. November 1992, zusammengefasst in WIEDERKEHR SCHULER, Denkmal- und Ortsbildschutz, Zürich 1999, S. 55). Hingegen ist es zulässig, dass das Gemeinwesen, das in solchen Fällen mit Entschädigungsansprüchen der Eigentümer rechnen muss, im Rahmen der Interessenabwägung die damit einhergehende finanzielle Belastung in Rechnung stellt und aus Rücksicht auf die eigene finanzielle Leistungsfähigkeit auf eine Unterschutzstellung verzichtet (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 26. Januar 2011, VB.2010.00472, E. 8.1). Zudem kann eine Unterschutzstellung als unverhältnismässig erscheinen, wenn die Erhaltung des Schutzobjekts einen Restaurierungsaufwand bedingen würde, der in keinem vernünftigen Verhältnis zum Zweck der Unterschutzstellung mehr stünde (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich, RB ZH 1995 Nr. 74, zusammengefasst in: WIEDERKEHR SCHULER, Denkmal- und Ortsbildschutz, Zürich 1999, S. 62 ff.; Urteile des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 24. Oktober 2013, VB.2013.00134, E. 7.3, und vom 26. Januar 2011, VB.2010.00472, E. 8.1 mit weiteren Hinweisen).

9.2.3. Die Vorinstanz stellte die Schulanlage Grenzhof integral unter Denkmalschutz. So erstreckt sich der Schutzzumfang gemäss dem Rechtsspruch des angefochtenen Entscheides auf die Gesamtanlage. Da die Verhältnisse im Zeitpunkt des Beschwerdeentscheides massgebend sind, hat sich die angefochtene Verfügung auch gegenüber den im Verlauf des Beschwerdeverfahrens neu eingetretenen bzw. veränderten Tatsachen zu bewähren. In diesem Zusammenhang ist zu beachten, dass aufgrund der nicht mehr gegebenen schulischen Nutzung der Schulanlage lediglich von einem mittleren bis hohen öffentlichen Interesse an der Unterschutzstellung auszugehen ist. Nicht relevant sind hingegen die Vorbringen der Beschwerdeführerin in Bezug auf die schulbetrieblichen Synergien bei einer Zusammenlegung der Standorte Rönimoos und Grenzhof. Durch die Berücksichtigung der Tatsache, dass die Schutzwürdigkeit des Grenzhofs durch die Aufgabe der schulischen Nutzung beeinträchtigt wurde, wurde auch den Interessen der Beschwerdeführerin an einem effizienten und zeitgemässen Schulbetrieb Rechnung getragen. Die Beschwerdeführerin setzt denn auch ihre Pläne, die zwei Schulstandorte auf dem Areal Rönimoos zusammenzulegen, bereits um. Inso-

fern tangiert der angefochtene Entscheid die Schulraumplanung der Stadt Luzern nicht. Hingegen muss im Rahmen der vorliegenden Interessenabwägung berücksichtigt werden, dass das mit der Unterschutzstellung einhergehende Abbruchverbot die Absichten der Beschwerdeführerin, gemeinnützige Wohnung auf dem betreffenden Grundstück zu erstellen, beeinträchtigt. Auch muss beachtet werden, dass die Sanierungsfähigkeit der Schulanlage in Bezug auf die unbestritten vorhandene Schadstoffbelastung ungewiss ist. Die damit verbundenen Unsicherheiten haben in die Interessenabwägung einzufließen. Auch wenn die Beschwerdeführerin die allfälligen Sanierungskosten inklusive einer Schadstoffsanierung auf ca. 35 Millionen Franken grob schätzt, sind diese letztlich aufgrund des ungewissen Sanierungserfolges ebenfalls als ungewiss zu bezeichnen.

Wegleitend für die Beurteilung der Zumutbarkeit der Unterschutzstellung sind in erster Linie die eingeschränkte Schutzwürdigkeit aufgrund der nicht mehr bestehenden schulischen Nutzung und die mit der Entfernung der Schadstoffe verbundenen Unsicherheiten. Hinzu kommt, dass die Vorinstanz die finanziellen Interessen der Beschwerdeführerin hinsichtlich der hohen Sanierungskosten unzureichend gewichtet. Das von der Vorinstanz vorgebrachte Argument, dass der Höhe der Sanierungskosten keine ausschlaggebende Bedeutung zukomme, da eine Unterschutzstellung von sanierungsbedürftigen Gebäude ansonsten gar nicht möglich wäre, überzeugt nur in Bezug auf überragende Baudenkmäler, an deren Erhaltung auch ein besonders hohes öffentliches Interesse besteht. Dies ist vorliegend nicht der Fall. Dabei übersieht die Beschwerdeinstanz auch nicht, dass ohnehin anfallende Sanierungsarbeiten bei der Prüfung der Verhältnismässigkeit der Schutzmassnahme nicht zu berücksichtigen sind (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich vom 24. Oktober 2013, VB.2013.00134, E. 7.6.5), andernfalls die Grundeigentümerin aus der Vernachlässigung ihrer Unterhaltungspflicht einen rechtlichen Vorteil ableiten könnte. Als Begründung für ihre Abbruchsabsichten führt die Beschwerdeführerin aber nicht nur wirtschaftliche, sondern auch gesundheitspolitische Aspekte an (vgl. die entsprechenden Überlegungen bei BERNHARD EHRENZELER / WALTER ENGELER, Handbuch Heimatschutzrecht, Zürich/St. Gallen 2020, Rn 264 zu § 7). Die Beschwerdeführerin macht zudem auch weitere öffentliche Interessen geltend. So erkannte die Vorinstanz zu Recht, dass der gemeinnützige Wohnbau einem öffentlichen Interesse entspricht. Die Vorinstanz bringt in diesem Zusammenhang jedoch vor, dass sich gemeinnützige Wohnungen auch auf dem westlichen, nicht überbauten und von der Unterschutzstellung nicht betroffenen Teil des Grundstückes realisieren liessen. Die Beschwerdeführerin legt allerdings überzeugend dar, dass die Unterschutzstellung die städtebauliche Entwicklung des betroffenen Areals beeinträchtigt. Des Weiteren ist im Hinblick auf die finanzielle Leistungsfähigkeit des Kantons Luzern auch das Gebot der sparsamen Verwendung von öffentlichen Mitteln mitzuberücksichtigen (vgl. Urteil des Verwaltungsgerichtes des Kantons Zürich, RB ZH 1992 Nr. 62, zusammengefasst in WIEDERKEHR SCHULER, Denkmal- und Ortsbildschutz, Zürich 1999, S. 65 f.), zumal aufgrund der Unsicherheiten bei der Schadstoffsanierung mit Entschädigungsansprüchen seitens der Beschwerdeführerin gerechnet werden darf. Letztlich kann nicht ausser Acht gelassen werden, dass die Vorinstanz die Schulanlage integral unter Schutz stellte. Gemäss den Erwägungen im angefochtenen Entscheid gehören zum Schutzzumfang insbesondere auch die Grundrissstruktur und die innere räumliche Konzeption (Treppenaufgänge, Erschliessungsbereiche, Anordnung der Schulzimmer) sowie die originale Innenausstattung. Zum einen bedeutet dies, dass mit den notwendigen Sanierungsarbeiten zumindest ein Teil der originalen Innenausstattung verloren gehen würde. Zum anderen ist es fraglich, welche Nutzungsmöglichkeiten ausserhalb des Schulbereichs aufgrund des so weitgehenden Schutzzumfanges überhaupt noch in Frage kommen. Jedenfalls wären dann auch Eingriffe in den Grundriss und die räumliche Konzeption notwendig. Bei alledem wäre zu beachten, dass aufgrund der Schadstoffbelastung eine Sanierung, wenn überhaupt erfolgreich, mit dem Einbau von Lüftungsanlagen verbunden wäre. Diese würden dann aufgrund der damit verbundenen Lärmimmissionen die Nutzungsmöglichkeiten stark einschränken. So wären die von der Vorinstanz vorgeschlagenen Wohn- oder wohnähnliche Nutzungen (Betreuungsinstitution) kaum möglich.

9.2.4. Nach einer umfassenden Interessenabwägung kommt das Bildungs- und Kulturdepartement insgesamt zum Schluss, dass sich die von der Vorinstanz verfügte Unterschutzstellung der Schulanlage Grenzhof als der Beschwerdeführerin nicht zumutbar und damit unverhältnismässig erweist. Ergänzend ist noch festzuhalten, dass im Hinblick auf die vorstehende Interessenabwägung auch eine teilweise Unterschutzstellung (z.B. einzelner Gebäudeteile oder der Gebäudehülle) als unverhältnismässig zu qualifizieren wäre. Zum einen wäre diese nicht geeignet, die Schulanlage Grenzhof als Gesamtkonzept dauernd zu erhalten. Zum anderen hätte selbst bei einer Teilunterschutzstellung die Zumutbarkeit der Massnahme angezweifelt werden müssen.

9.3. Als Fazit ergibt sich, dass die von der Beschwerdeführerin geltend gemachten Interessen denjenigen des Kulturgüterschutzes überwiegen. Als entscheidend erweisen sich der Umstand, dass die Schulanlage Grenzhof im Entscheidzeitpunkt nicht mehr als Schule genutzt wird, und die mit der Schadstoffsanierung verbundenen Unsicherheiten. Auf die Durchführung eines Augenscheines und die Bestellung eines Gutachtens kann im Hinblick auf diese Interessenabwägung verzichtet werden.

10. Zusammenfassend ergibt sich, dass die Schulanlage Grenzhof einen ausgezeichneten Vertreter der gebauten Nachkriegspädagogik darstellt. Mit ihrer reinen Beton-Stahl-Pavillon-Konstruktion nimmt sie eine Sonderstellung im Schulbau des Kantons Luzern ein. Sie erfüllt die Anforderung an ein Schutzobjekt im Sinne von § 2 Abs. 1 DSchG. Die in den Jahren 1992 bis 1995 vorgenommene energetische Sanierung schmälert die Schutzwürdigkeit des Grenzhofs nicht. Die Aufgabe der schulischen Nutzung durch die Stadt Luzern, wozu sie rechtlich befugt ist, führt jedoch dazu, dass das öffentliche Interesse am ungeschmälerten Erhalt des Schulhauses nicht mehr als hoch, sondern als mittel bis hoch zu qualifizieren ist. Der Grenzhof ist zudem schadstoffbelastet. Ob eine Schadstoffsanierung technisch möglich ist, kann nicht mit der erforderlichen Sicherheit festgestellt werden. Auch die Höhe der Sanierungskosten lässt sich nicht abschliessend ermitteln. Diese Unsicherheiten sind im Rahmen der Interessenabwägung zu berücksichtigen. Dabei ist das öffentliche Interesse am Erhalt der Schulanlage Grenzhof als Baudenkmal im Sinne von § 2 Abs. 1 DSchG gegenüber den weiteren öffentlichen Interessen abzuwägen. Nach einer umfassenden Interessenabwägung kommt das Bildungs- und Kulturdepartement zum Schluss, dass die von der Stadt Luzern angeführten öffentlichen Interessen vorliegend überwiegen, weshalb sich die Unterschutzstellung insgesamt als der Beschwerdeführerin nicht zumutbar erweist. Wegleitend sind dabei zum einen die Tatsache, dass die Beschwerdeführerin die streitbetroffene Liegenschaft nicht mehr als Schule nutzt bzw. nutzen wird, und zum anderen der Umstand, dass Unsicherheiten in Bezug auf die technische Möglichkeit der Schadstoffsanierung bestehen. Die Beschwerde ist demnach gutzuheissen, sofern damit die Aufhebung der Unterschutzstellung beantragt wurde. Der Eventualantrag der Beschwerdeführerin auf Feststellung, dass sämtliche baulichen Massnahmen zur Schadstoffsanierung nach dem DSchG beitragsberechtigt seien, wird vor diesem Hintergrund obsolet.

11. Die Beschwerdeführerin obsiegt im Hauptpunkt, weshalb ihr keine amtlichen Kosten aufzuerlegen sind (§ 198 Abs. 1c VRG e contrario). Auch die kantonale Vorinstanz ist mit keinen amtlichen Kosten zu belasten (§ 199 Abs. 1 VRG). Es werden daher keine amtlichen Kosten erhoben.

12. Wenn an Rechtsmittelverfahren Parteien mit gegensätzlichen Interessen beteiligt sind, wird der obsiegenden Partei zu Lasten jener, die unterliegt oder Rückzug erklärt oder auf deren Begehren nicht eingetreten wird, eine angemessene Parteientschädigung zugesprochen (§ 201 Abs. 1 VRG). Ob es sich vorliegend um ein Zweiparteienverfahren handelt, ist fraglich, muss aber nicht abschliessend beantwortet werden. Gemäss Rechtsprechung ist ein Gemeinwesen bzw. seine Behörde in der Regel nicht zwingend auf die Hilfe eines freiberuflichen Rechtsvertreters angewiesen, insbesondere dann nicht, wenn die zur Diskussion stehende Streitsache ein Spezialgebiet der Gemeinde betrifft und ihre Mitarbeiter Fachleute sind. In Ausnahmesituationen – namentlich im Fall kleinerer Gemeinden, deren Behörden auf

die Hilfe eines aussenstehenden Rechtsvertreters angewiesen sind – können indessen ob-  
siegenden Gemeinwesen Parteientschädigungen zugesprochen werden (vgl. Urteil des Kan-  
tonsgerichtes Luzern vom 12. Mai 2020, 7H 19 198, E. 8.2). Diese Voraussetzung ist in Be-  
zug auf die Stadt Luzern ohne Weiteres nicht erfüllt. Nur ergänzend ist noch festzuhalten,  
dass der Vorinstanz vorliegend auch keine groben Verfahrensfehler oder offenbare Rechts-  
verletzungen zur Last fallen (§ 201 Abs. 2 VRG). Die Voraussetzungen für die Ausrichtung  
einer Parteientschädigung an die Stadt Luzern sind somit nicht erfüllt.

## Rechtsspruch:

1. Die Beschwerde wird gutgeheissen, sofern damit die Aufhebung des vorinstanzlichen Entscheides vom 8. August 2018 beantragt wird. Im Übrigen wird auf die Beschwerde nicht eingetreten.
2. Es werden keine amtlichen Kosten erhoben.
3. Es wird keine Parteientschädigung zugesprochen.
4. Gegen diesen Entscheid kann innert 30 Tagen seit Zustellung nach den Bestimmungen des Verwaltungsrechtspflegegesetzes beim Kantonsgericht des Kantons Luzern, 4. Abteilung, Obergrundstrasse 46, Postfach 3569, 6002 Luzern, Verwaltungsgerichtsbeschwerde erhoben werden. Die Beschwerdeschrift ist im Doppel einzureichen. Sie hat einen Antrag und dessen Begründung zu enthalten. Der angefochtene Entscheid ist beizulegen.
5. Dieser Entscheid wird zugestellt an:
  - Egli Hess Schwegler, Rechtsanwälte und Notare, Rechtsanwalt Franz Hess, Kirchweg 16, Postfach 136, 6048 Horw (A+)
  - Dienststelle Hochschulbildung und Kultur, Frau Dr. Karin Pauleweit, Bahnhofstrasse 18, 6002 Luzern (A+)
  - Bildungs- und Kulturdepartement, Rechtsdienst



Handwritten signature of Marcel Schwerzmann in black ink.

Marcel Schwerzmann  
Regierungsrat

## 4. UNTERSUCHUNGSBERICHT

SCHULHAUS GRENZHOF  
LUZERNERSTRASSE 7  
CH-6014 LUZERN

**Bau- und Umweltchemie  
Beratungen und Messungen AG**

Thurgauerstrasse 60  
8050 Zürich

T. +41 (0)44 440 72 11

F. +41 (0)44 440 72 13

Gerechtigkeitsgasse 80  
3011 Bern

T. +41 (0)31 550 49 50

F. +41 (0)31 550 49 51

IBAN

CH04 0900 0000 8007 6931 5

CHE-109.554.251 MWST

buc@raumlufthygiene.ch

www.raumlufthygiene.ch



## 4. Untersuchungsbericht 2967-06

<b>Auftraggeber</b>	Herr Rosario Brillante, Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern
<b>Objekt</b>	Schulhaus Grenzhof, Luzern
<b>Projektnummer</b>	2018-2967-06
<b>Projektleitung</b>	Raphael Rapold
<b>Auftrag vom</b>	21. März 2018
<b>Ausführung der Abklärungen:</b>	05. April 2018
<b>Qualitätssicherung:</b>	ml
<b>Anzahl Seiten Bericht:</b>	13

Zürich, 11. Mai 2018

BUC Bau- und Umweltchemie AG



Barbara Jehle  
Geschäftsführerin

Raphael Rapold  
Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BUC Bau- und Umweltchemie AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden.

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchungen</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Messergebnisse und Interpretation Chemie-Analyse</b>	<b>7</b>
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen / Empfehlungen</b>	<b>10</b>
4.1	Schlussfolgerungen	10
4.2	Empfehlungen	11
<b>5.</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang Probenahme Chemie</b>	<b>13</b>

## 1. AUSGANGSLAGE

### Objekt

Die Schulanlage Grenzhof an der Luzernerstrasse 7 in Luzern wurde in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt und besteht aus zwei Pavillons, einer Bibliothek und einer Turnhalle. In den untersuchten Klassenräumen und im Kindergarten ist ein Linoleum Bodenbelag eingebracht. Die Wände sind mit Holztäfer verkleidet bzw. verputzt und an den Decken sind Akustikplatten angebracht. Die Räume werden über Radiatoren temperiert und über die Fenster gelüftet.

### Schadensbeschreibung

In den Räumen der Schulanlage klagen die Raumnutzer über auffällige Geruchsbelastungen, welche in den Klassenräumen und in der Turnhalle vermutlich durch Naphthaline verursacht werden.

### Bisher durchgeführte Massnahmen/ Messungen

Im Januar 2015 wurden in der Schulanlage Grenzhof durch die Fa. BUC Bau- und Umweltchemie AG Raumlufmessungen unter Standardbedingungen<sup>1</sup> durchgeführt<sup>2</sup>. Es wurden auffällige Konzentrationen an Naphthalinen und weiteren Teerölinhaltsstoffen nachgewiesen. In einem der untersuchten Klassenräume im Pavillon 1 wurde der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen überschritten. Im März 2015 wurden Messungen in jeweils zwei Räumen der Pavillons 1 und 2 unter Nutzungsbedingungen<sup>3</sup> durchgeführt<sup>4</sup>. Naphthaline und Teerölinhaltstoffe wurden in allen untersuchten Räumen nachgewiesen. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen sowie der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für Naphthalin wurden in den Räumen P2/Kindergarten sowie P2/23 überschritten. In den untersuchten Räumen P1/15 und

---

<sup>1</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumlufmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen die Messungen i.d.R. unter Standardbedingungen. Entsprechend der ISO Norm 16000-2 und 16000-5 muss der zu messende Raum 15 Minuten intensiv gelüftet werden und danach etwa 8 Stunden bis zum Ende der Messung geschlossen bleiben.

<sup>2</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-01, Zürich 2015

<sup>3</sup> Gemessen wurde jeweils eine Stunde nach der letzten Querlüftung.

<sup>4</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2015-2967-02, Zürich 2015

## 4. Untersuchungsbericht 2967-06

P1/16 lagen die Konzentrationen gerade im Bereich dieser Richtwerte bzw. knapp darunter. Im Juli 2015 wurde im Rahmen eines Gebäudechecks zur Identifikation schadstoffhaltiger Baumaterialien<sup>5</sup> ermittelt, dass im Zwischenboden eine PAK<sup>6</sup>-haltige Spreuschüttung vorhanden ist. Dieses Material ist als Quelle der beschriebenen Schadstoffe in der Raumluft anzusehen. Im Oktober 2016 wurde die Raumluft erneut unter Nutzungsbedingungen untersucht<sup>7</sup>. Die Konzentrationen im Oktober 2016 im Pavillon 2 waren praktisch identisch bzw. sogar höher ausgefallen als im März 2015. Im Pavillon 1 waren die Konzentrationen im Oktober 2016 deutlich tiefer ausgefallen als im März 2015, was jedoch zumindest teilweise mit den Messbedingungen begründet wurde.

Darauf wurde in den Räumen Aktivkohlefilter installiert, was die Geruchsproblematik nicht verbesserte. Nach Austausch der Aktivkohlefilter mit 3-stufigen Luftreinigungsgeräte der Fa. Swission GmbH zur Geruchsneutralisation hat sich nach Aussage des Auftraggebers die Geruchsproblematik deutlich verbessert. Bei den Luftreinigern handelt es sich um Geräte mit einem Ionisator mit Hochspannungs-Koronarentladung.

---

<sup>5</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-03, Zürich 2015

Untersucht wurde der Zwischenboden des Schulzimmers Nr. 16 im OG des Pavillon 2

<sup>6</sup> PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

<sup>7</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-04.1\_korr, Zürich 2016

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### Auftrag

Die Fa. BUC Bau und Umweltchemie AG wurde beauftragt, Raumluftmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) in den bereits im März 2015 und im Oktober 2016 untersuchten Räumen durchzuführen und die Ergebnisse zu vergleichen sowie gesundheitlich zu bewerten.

### Messpunkte

Die untersuchten Messpunkte sind in der Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Messungen

Bereich	Parameter	P1/15	P1/16	P2/KiGa II	P2/23	P2/Logo
Chemie	Flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft	x	x	x	x	x

### Mess- und Randbedingungen

Die chemischen Luftanalysen erfolgten mittels aktiver Probenahme - beschrieben im Anhang I - unter Nutzungsbedingungen<sup>8</sup> an den untersuchten Messpunkten. Die Raumlufttemperaturen und die relativen Luftfeuchtigkeiten an den Messpunkten sind in der Tab. 2 des folgenden Kapitels 3.1 aufgeführt.

An den Messpunkten P2/23 und P1/16 wurde die Luftreinigungsgeräte am 04. April 2018 um 15 Uhr ausgeschaltet. An den übrigen Messpunkten liefen die Luftreinigungsgeräte während den Messungen auf Stufe 1.

---

<sup>8</sup> Vor der Messung wurde durch fünfzehnminütiges Öffnen von Türen und Fenstern intensiv gelüftet. Türen und Fenster wurden anschliessend wieder geschlossen und nach einer Wartezeit von einer Stunde wurde die Luftprobe genommen.

### 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION CHEMIE-ANALYSE

#### Ergebnisse

Tab. 2 zeigt den TVOC-Wert (Total Volatile Organic Compounds) und eine Zusammenstellung aller chemischen Verbindungen bzw. ihrer Summen, die in einer relevanten Konzentration nachgewiesen wurden. Zusätzlich sind die Konzentrationen der Naphthaline und Teerölinhaltstoffe angegeben. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richtwerten<sup>9</sup> oder statistisch erhobenen Raumluftkonzentrationen<sup>10,11,12</sup> - in niedrigen Konzentrationen vorhanden und werden nicht weiter bewertet. Zum Vergleich sind zudem die im März 2015 und Oktober 2016 unter Nutzungsbedingungen gemessene Werte aufgeführt (grau hinterlegt).

Tab. 2: Chemische Verbindungen, die in einer relevanten Konzentration auftreten

Messpunkte		P1/15			P1/16*			P2/KiGa II			P2/23*			P2/Logo
		März 2015	Okt. 2016	April 2018	März 2015	Okt. 2016	April 2018	März 2015	Okt. 2016	April 2018	März 2015	Okt. 2016	April 2018	April 2018
Messdatum														
Temperatur [ °C]		21.9	20.4	21.7	22.5	18.7	21.7	22.8	23.2	22.4	24.0	21.8	21.4	22.8
rel. Luftfeuchte [ %]		33.9	45.0	33.6	39.5	44.8	30.1	33.0	45.0	30.8	30.0	50.3	32.0	32.0
Verbindung	CAS Nr.	[µg/m <sup>3</sup> ]												
TVOC	-	165	38	42	49	21	56	360	216	107	147	382	253	142
Summe Teerölinhaltstoffe / Naphthaline	-	31	24	23	26	11	18	51	50	67	60	74	82	22
Summe Naphthaline	-	22	18	17	18	8	12	40	38	53	45	58	66	20
Naphthalin	91-20-3	11	9	9	8	4	6	22	21	29	24	32	36	12

\*Luftreinigungsgeräte ausgeschaltet, an den nicht markierten Messpunkten auf Stufe 1 in Betrieb.

<sup>9</sup> Pluschke P., Luftschadstoffe in Innenräumen, Springer-Verlag, Berlin, 1996

<sup>10</sup> DIWODAT, Interne Datenbank der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, Stand Juli 2015

<sup>11</sup> Umweltbundesamt, Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft, WaBoLu-Heft 05 08, 2007

<sup>12</sup> H.-D. Neumann, (UK NRW (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen), Gesunde Luft in Schulen, 2013

### **Gesamtsituation (TVOC) – Interpretation**

Der gemessene Gehalt an Lösemitteln in der Raumluft, die sogenannte TVOC-Konzentration, liegt an den Messpunkten bei 42 bis 253  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (vgl. Tab. 2).

Üblicherweise werden in Wohnungen und Klassenzimmern Werte zwischen 250 und 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Für einen beschwerdefreien Aufenthalt soll auf Dauer ein TVOC-Wert im Bereich von 1'000 bis 3'000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden. Ziel sollte es sein, zur Sicherung raumlufthygienischer (keine toxikologische Begründung) und angenehmer Raumluftverhältnisse<sup>13</sup> in Innenräumen im langzeitigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

### **Summe Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline – Interpretation**

Die gemessenen Summenkonzentrationen der flüchtigen Teerölinhaltsstoffe liegen unter Nutzungsbedingungen zwischen 18 und 82  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und setzen sich hauptsächlich aus Naphthalinen (Naphthalin, 2-Methylnaphthalin, 1-Methylnaphthalin) zusammen (vgl. Tab. 2). Die Einzelverbindung Naphthalin wurde in Konzentrationen von 6 bis 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nachgewiesen.

Für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline besteht ein vorläufiger Eingreifwert<sup>14</sup> von 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein vorsorglicher Richtwert von 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . An allen Messpunkten wird der vorsorgliche Richtwert überschritten. An den Messpunkten P1/15 und P1/16, sowie am Messpunkt P2/Logo wird der Eingreifwert zum Messzeitpunkt unter- und an den Messpunkten P2/ KiGa II und P2/23 überschritten.

Der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin liegt ebenfalls bei 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , der empfohlene WHO-Jahresmittelwert<sup>15</sup> liegt bei 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Eingreifwert wird am Messpunkt P2/23 und der WHO-Jahresmittelwert am Messpunkt P2/KiGa II sowie P2/Logopädie überschritten.

Im Vergleich zu der Messreihe im Oktober 2016 wurden im Pavillon 1 praktisch identisch hohe (P1/15) und sogar leicht höhere (P1/16) Naphthalin-Konzentrationen

---

<sup>13</sup> Seifert B., Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert), Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42, S. 270-278, 1999

<sup>14</sup> Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt 56(10): 1448-1459, 2013

<sup>15</sup> World Health Organization, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected Pollutants, Dezember 2010

## 4. Untersuchungsbericht 2967-06

gemessen. Die höheren gemessenen Konzentrationen im P1/16 lassen sich unter anderem dadurch erklären, dass bei der Messung im Oktober 2016 die Fenster über Nacht gekippt waren und die Raumtemperatur rund 3°C tiefer war.

Die aktuellen Konzentrationen im Pavillon 2 am Messpunkt P2/KiGa II sind rund 40% höher als wie im Oktober 2016 und die Werte am Messpunkt P2/23 fallen rund 10% höher aus. Der Messpunkt P2/Logo wurde das erste Mal gemessen, daher kann kein temporaler Vergleich gezogen werden.

Teerölinhaltsstoffe sind Bestandteile von PAK-haltigen Baumaterialien. Im vorliegenden Objekt wurde in einem exemplarisch untersuchten Zwischenboden eine PAK-haltige Spreuschüttung identifiziert.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN

### 4.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es wurden jeweils zwei Messpunkte im Pavillon 1 und drei Messpunkte im Pavillon 2 auf flüchtige organische Verbindungen untersucht und mit den Resultaten vom Oktober 2016 verglichen. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline wurden wie bereits im Oktober 2016 in den Messpunkten P2/KiGa II und P2/23 überschritten. Der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für die Einzelverbindung Naphthalin wurde in allen drei untersuchten Räumen des Pavillon 2 überschritten. Am Messpunkt P2/23 wird sogar der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin überschritten. Die in der aktuellen Messkampagne nachgewiesenen Konzentrationen sind trotz Luftreiniger erhöht (P2/KiGa II) bzw. auch ohne Luftreiniger höher ausgefallen als im Oktober 2016 (P2/23). Für den Messpunkt P2/Logo kann aufgrund fehlender Vergleichswerte keine Aussage bezüglich des Effekts des Luftreinigungsgerätes getroffen werden.

Im Pavillon 1 wird an beiden Messpunkten P1/15 und P1/16 der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline sowie der empfohlene Jahresmittelwert der WHO für die Einzelsubstanz Naphthalin unterschritten. Jedoch wird der vorsorgliche Richtwert für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline an beiden Messpunkten überschritten. Am Messpunkt P1/15 wurden trotz aktivem Luftreinigungsgerät praktisch identische Konzentrationen wie im Oktober 2016 gemessen.

Zusammenfassend konnte die Schadstoffbelastung trotz des Einsatzes von ionisierenden Luftreinigungsgeräten im Vergleich zum Vorjahr nicht vermindert werden. Auch wenn eine geruchliche Verbesserung in den Räumen wahrnehmbar ist, zeigen die Messergebnisse in allen Räumen ähnliche und sogar höhere Naphthalin- und Teerölinhaltstoffkonzentrationen auf wie im Oktober 2016. Es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Raumluftkonzentrationen ohne Luftreinigungsgeräte nicht noch höher wären.

Aufgrund der Messergebnisse besteht aus gesundheitlicher Sichtweise Handlungsbedarf.

## 4.2 EMPFEHLUNGEN

Kurzfristig empfehlen wir aufgrund der gesundheitsrelevanten Konzentrationen an Teerölinhaltstoffen und Naphthalinen, die Belastung in allen Klassenzimmern durch die Aufrechterhaltung eines Lüftungsregimes möglichst zu minimieren. Die Räume sind dazu am Morgen vor Beginn des Unterrichts, sowie während der Nutzungszeit stündlich, bzw. nach jeder Unterrichtslektion für 10 Minuten mit offenen Fenstern und Türen quer zu lüften.

Da in den Räumen P2/KiGa II und P2/23 die gesundheitlichen Eingreifwerte mehrmals überschritten wurden und die bisherigen Massnahmen keine wesentliche Verbesserung der Schadstoffbelastung erzielen konnten, wird empfohlen diese Räume ab sofort nicht mehr zu benutzen.

Langfristig wird empfohlen, die PAK-haltige Spreuschüttung zu entfernen. Wie bereits im letzten Untersuchungsbericht hingewiesen, kann der Einsatz von mechanischen Lüftungsgeräten oder von Umluftgeräten mit Aktivkohlefiltern zur möglichen Reduktion der Konzentrationen eingesetzt werden. Auch wenn solche Geräte bereits eingesetzt wurden und die geruchliche Belastung scheinbar nicht entfernen konnten, ist eine Reduktion der Luftschadstoffbelastung möglich. Falls eine solche Lösung in Betracht gezogen wird, wird empfohlen, die Auswirkungen auf die Naphthalin- und Teeröl-Konzentrationen messtechnisch nach einigen Monaten zu untersuchen.

4. Untersuchungsbericht 2967-06

5. FOTODOKUMENTATION



Abb. 1: Pavillon 1, Raum P1/15, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 2: Pavillon 1, Raum P1/16, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 3: Pavillon 2, Raum P2/23, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 4: Pavillon 2, Raum P2/KiGa II, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 5: Pavillon 2, Raum P2/Logo, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.

## 6. ANHANG PROBENAHE CHEMIE

### Flüchtige organische Verbindungen – Tenax

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV VOC LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-5 und ISO 16000-6 abstützt. Die Volumenströme der Probenahmegeräte werden normiert auf Standardbedingungen (20 °C, 1013.25 mbar). Die Anreicherung erfolgte an TENAX TA mit anschliessender GC/MS Auswertung.

Der Summenparameter für flüchtige organische Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) wird gemäss ISO 16000-6 bestimmt und umfasst alle auf TENAX eluierbaren und identifizierten Stoffe im Retentionszeitbereich zwischen n-Hexan und n-Eicosan und oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen von 10 µg/m<sup>3</sup>. Die Bestimmungsgrenze für chlorierte Verbindungen sowie Acetophenon beträgt 5 µg/m<sup>3</sup>, für Naphthalin und Benzol 2 µg/m<sup>3</sup>. Die nicht identifizierten Signale werden oberhalb von 10 µg/m<sup>3</sup> bei der Summenberechnung des TVOC berücksichtigt.

Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.

## 5. UNTERSUCHUNGSBERICHT

SCHULHAUS GRENZHOF  
LUZERNERSTRASSE 7  
CH-6014 LUZERN

**Bau- und Umweltchemie  
Beratungen und Messungen AG**

Thurgauerstrasse 60  
8050 Zürich

T. +41 (0)44 440 72 11

F. +41 (0)44 440 72 13

Gerechtigkeitsgasse 80  
3011 Bern

T. +41 (0)31 550 49 50

F. +41 (0)31 550 49 51

IBAN

CH04 0900 0000 8007 6931 5

CHE-109.554.251 MWST

buc@raumlufthygiene.ch

www.raumlufthygiene.ch



5. Untersuchungsbericht 2967-07

<b>Auftraggeber</b>	Herr Rosario Brillante, Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern
<b>Objekt</b>	Schulhaus Grenzhof, Luzern
<b>Projektnummer</b>	2018-2967-07
<b>Projektleitung</b>	Raphael Rapold
<b>Auftrag vom</b>	16. Mai 2018
<b>Ausführung der Abklärungen:</b>	31. Mai 2018 / 01. Juni 2018
<b>Qualitätssicherung:</b>	ml
<b>Anzahl Seiten Bericht:</b>	29

Zürich, 05. Juli 2018

BUC Bau- und Umweltchemie AG



Raphael Rapold

Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BUC Bau- und Umweltchemie AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden.

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchungen</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b>Messergebnisse und Interpretation Chemie-Analyse</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen/ Empfehlungen</b>	<b>21</b>
4.1	Schlussfolgerungen	21
4.2	Empfehlungen	22
<b>5.</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>24</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang: Probenahme Chemie</b>	<b>29</b>

## 1. AUSGANGSLAGE

### Objekt

Die Schulanlage Grenzhof an der Luzernerstrasse 7 in Luzern wurde in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt und besteht aus zwei Pavillons, einer Bibliothek und einer Turnhalle. In den untersuchten Klassenräumen und im Kindergarten ist ein Linoleum Bodenbelag eingebracht. Die Wände sind mit Holztäfer verkleidet bzw. verputzt und an den Decken sind Akustikplatten angebracht. Die Räume werden über Radiatoren temperiert und über die Fenster gelüftet.

### Schadensbeschreibung

In den Räumen der Schulanlage klagen die Raumnutzer über auffällige Geruchsbelastungen, welche in den Klassenräumen und in der Turnhalle durch Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline verursacht werden.

### Bisher durchgeführte Massnahmen/ Messungen

Im Januar 2015 wurden in der Schulanlage Grenzhof durch die Fa. BUC Bau- und Umweltchemie AG Raumlufmessungen unter Standardbedingungen<sup>1</sup> durchgeführt<sup>2</sup>. Es wurden auffällige Konzentrationen an Naphthalinen und weiteren Teerölinhaltsstoffen nachgewiesen. In einem der untersuchten Klassenräume im Pavillon 1 wurde der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen überschritten. Im März 2015 wurden Messungen in jeweils zwei Räumen der Pavillons 1 und 2 unter Nutzungsbedingungen<sup>3</sup> durchgeführt<sup>4</sup>. Naphthaline und Teerölinhaltstoffe wurden in allen untersuchten Räumen nachgewiesen. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen sowie der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für Naphthalin wurden in den Räumen P2/Kindergarten sowie P2/23 überschritten. In den untersuchten Räumen P1/15 und P1/16 lagen die Konzentrationen gerade im Bereich dieser Richtwerte bzw. knapp

---

<sup>1</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumlufmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen die Messungen i.d.R. unter Standardbedingungen. Entsprechend der ISO Norm 16000-2 und 16000-5 muss der zu messende Raum 15 Minuten intensiv gelüftet werden und danach etwa 8 Stunden bis zum Ende der Messung geschlossen bleiben.

<sup>2</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-01, Zürich 2015

<sup>3</sup> Gemessen wurde jeweils eine Stunde nach der letzten Querlüftung.

<sup>4</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2015-2967-02, Zürich 2015

darunter. Im Juli 2015 wurde im Rahmen eines Gebäudechecks zur Identifikation schadstoffhaltiger Baumaterialien<sup>5</sup> ermittelt, dass im Zwischenboden eine PAK<sup>6</sup>-haltige Spreuschüttung vorhanden ist. Dieses Material ist als Quelle der beschriebenen Schadstoffe in der Raumluft anzusehen. Im Oktober 2016 wurde die Raumluft erneut unter Nutzungsbedingungen untersucht<sup>7</sup>. Die Konzentrationen im Oktober 2016 im Pavillon 2 waren praktisch identisch bzw. sogar höher ausgefallen als im März 2015. Im Pavillon 1 waren die Konzentrationen im Oktober 2016 deutlich tiefer ausgefallen als im März 2015, was jedoch zumindest teilweise mit den Messbedingungen begründet wurde.

Darauf wurde in den Räumen Aktivkohlefilter installiert, was die Geruchsproblematik nicht verbesserte. Nach Austausch der Aktivkohlefilter mit 3-stufigen Luftreinigungsgeräte der Fa. Swiss Ion GmbH zur Geruchsneutralisation hat sich nach Aussage des Auftraggebers die Geruchsproblematik deutlich verbessert. Bei den Luftreinigern handelt es sich um Geräte mit einem Ionisator mit Hochspannungskoronarentladung.

Nach weiteren Kontrollmessungen durch die Fa. BUC- Bau und Umweltchemie AG im April 2018<sup>8</sup> wurde festgestellt, dass der Einsatz der Lüftungsgeräte keine messbare Verbesserung der Raumlufthygiene herbeigeführt hat. Die Konzentrationen an Naphthalinen und Teerölinhaltsstoffen sind höher oder gleich hoch ausgefallen als im Oktober 2016. Nach wie vor überschritten die Konzentrationen an Naphthalinen und Teerölinhaltsstoffen die gesundheitlichen Eingreifwerte (Pavillon 2) resp. Vorsorgewerte (Pavillon 1).

---

<sup>5</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-03, Zürich 2015  
Untersucht wurde der Zwischenboden des Schulzimmers Nr. 16 im OG des Pavillon 2

<sup>6</sup> PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

<sup>7</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-04.1\_korr, Zürich 2016

<sup>8</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-06, Zürich 2018

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### Auftrag

Die Fa. BUC Bau und Umweltchemie AG wurde beauftragt, Raumluftmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) in sämtlichen Räumen im Pavillon 1 und Pavillon 2 durchzuführen und die Ergebnisse zu vergleichen sowie gesundheitlich zu bewerten.

### Messpunkte

Die untersuchten Messpunkte sind in Tab. 1. zusammengestellt.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Messungen

Raum	Parameter Bereich Chemie: Flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft
P1/15	x
P1/16	x
P1/14	x
P1/18	x
P1/17	x
P1/13&11	x
P1/12	x
P1/1E	x
P1/1D	x
P2/KiGa II	x
P2/23	x
P2/Logo	x
P2/22	x
P2/24	x
P2/21	x
P2/25	x
P2/KiGa I	x
P2/26	x
Betr.1. OG	x
Betr. EG	x
Aula	x
Turnhalle	x

### **Mess- und Randbedingungen**

Die chemischen Luftanalysen erfolgten mittels aktiver Probenahme - beschrieben im Anhang I - unter Standardbedingungen<sup>1</sup> an den untersuchten Messpunkten. Die Raumlufttemperaturen und die relativen Luftfeuchtigkeiten an den Messpunkten sind in Tab. 2 des folgenden Kapitels 3 aufgeführt.

Während der vorliegenden Messungen waren in allen Räumen die Luftreinigungsgeräte der Fa. Swiss Ion GmbH in Betrieb. Zusätzlich war an den Messpunkten P2/23 sowie P2/KiGa II jeweils ein Aktivkohleluftreinigungsgerät „Blueair“ der Fa. Holag in Betrieb. Am Messpunkt P1/16 waren 2 Aktivkohleluftreinigungsgeräte „Roters XYG460“ der Fa. Trobag in Betrieb sowie am Messpunkt P1/15 ein Gerät „Roters XYG460“.

### 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION CHEMIE-ANALYSE

#### Ergebnisse

Tab. 2 zeigt den TVOC-Wert (Total Volatile Organic Compounds) und eine Zusammenstellung aller chemischen Verbindungen bzw. ihrer Summen, die in einer relevanten Konzentration nachgewiesen wurden. Zusätzlich sind die Konzentrationen der Naphthaline und Teerölinhaltstoffe angegeben. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richtwerten<sup>9</sup> oder statistisch erhobenen Raumlufkonzentrationen<sup>10,11,12</sup> - in niedrigen Konzentrationen vorhanden und werden nicht weiter bewertet. Zum Vergleich sind, sofern vorhanden, die im März 2015 und Oktober 2016 unter Nutzungsbedingungen gemessene Werte aufgeführt (grau hinterlegt).

Zur besseren Gesamtübersicht über die das Gesamtbild der Gebäudebelastung sind in den Grundrissen 1-7 die Messergebnisse räumlich pro Gebäude dargestellt.

---

<sup>9</sup> Pluschke P., Luftschadstoffe in Innenräumen, Springer-Verlag, Berlin, 1996

<sup>10</sup> DIWODAT, Interne Datenbank der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, Stand Juli 2015

<sup>11</sup> Umweltbundesamt, Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluf, WaBoLu-Heft 05 08, 2007

<sup>12</sup> H.-D. Neumann, (UK NRW (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen), Gesunde Luft in Schulen, 2013

5. Untersuchungsbericht 2967-07

Tab. 2: Chemische Verbindungen, die in einer relevanten Konzentration auftreten

Messpunkte		P1/15				P1/16				P2/KiGa II				P2/23				P2/Logo	
		März 2015	Okt. 2016	April 2018	Mai 2018*	März 2015	Okt. 2016	April 2018	Mai 2018*	März 2015	Okt. 2016	April 2018	Mai 2018**	März 2015	Okt. 2016	April 2018	Mai 2018**	April 2018	Mai 2018
Messdatum																			
Temperatur [ °C]		21.9	20.4	21.7	25.6	22.5	18.7	21.7	23.4	22.8	23.2	22.4	25.6	24.0	21.8	21.4	25.6	22.8	22.0
rel. Luftfeuchte [%]		33.9	45.0	33.6	48.7	39.5	44.8	30.1	55.0	33.0	45.0	30.8	48.2	30.0	50.3	32.0	49.1	32.0	56.2
Verbindung	CAS Nr.	[µg/m³]																	
TVOC	-	165	38	42	129	49	21	56	40	360	216	107	451	147	382	253	621	142	650
Summe Teerölinhaltstoffe / Naphthaline	-	31	24	23	38	26	11	18	12	51	50	67	104	60	74	82	106	22	49
Summe Naphthaline	-	22	18	17	25	18	8	12	8	40	38	53	76	45	58	66	82	20	40
Naphthalin	91-20-3	11	9	9	12	8	4	6	4	22	21	29	40	24	32	36	43	12	22
Benzol	71-43-2												2				3		

\*Roters XYG460

\*\*Blueair

 Keine Richtwerte überschritten

 Vorsorgewert überschritten

 Eingreifwert überschritten

5. Untersuchungsbericht 2967-07

Fortsetzung Tab. 2: Chemische Verbindungen, die in einer relevanten Konzentration auftreten

Messpunkte		P2/22	P2/24	P2/21	P2/25	P2/KiGa I	P2/26	Betr. 1. OG	P1/14***	P1/18	P1/17	P1/13&11	P1/12****	P1/1E	P1/1D	Betr. EG	Aula	Turnhalle ****
<b>Messdatum</b>		Mai 2018																
<b>Temperatur [ °C]</b>		22.7	24.3	25.5	26.2	24.7	25.0	25.4	22.1	24.1	23.8	24.7	23.1	21.6	21.4	25.6	25.1	26.5
<b>rel. Luftfeuchte [ %]</b>		57.8	53.7	52.4	45.0	51.2	52.7	53.7	60.6	52.7	53.1	48.6	55.0	59.6	62.3	51.4	54.8	48.8
<b>Verbindung</b>	<b>CAS Nr.</b>	[µg/m <sup>3</sup> ]																
TVOC	-	564	533	381	510	600	166	485	49	548	655	498	59	264	292	99	122	23
Summe Teerölinhaltstoffe / Naphthaline	-	140	133	96	179	165	80	91	18	92	122	158	21	8	13	16	67	23
Summe Naphthaline	-	91	86	73	140	107	59	75	11	45	71	90	12	8	11	9	41	15
Naphthalin	91-20-3	47	45	38	70	56	30	35	5	17	31	42	6	5	6	3	19	8

\*\*\*Umluftgerät mit Aussenluftansaugung

\*\*\*\*Fenster 1h vor Messung durch Lehrperson geöffnet

\*\*\*\*\*Lüftungsanlage in Betrieb

Keine Richtwerte überschritten

Vorsorgewert überschritten

Eingreifwert überschritten

5. Untersuchungsbericht 2967-07

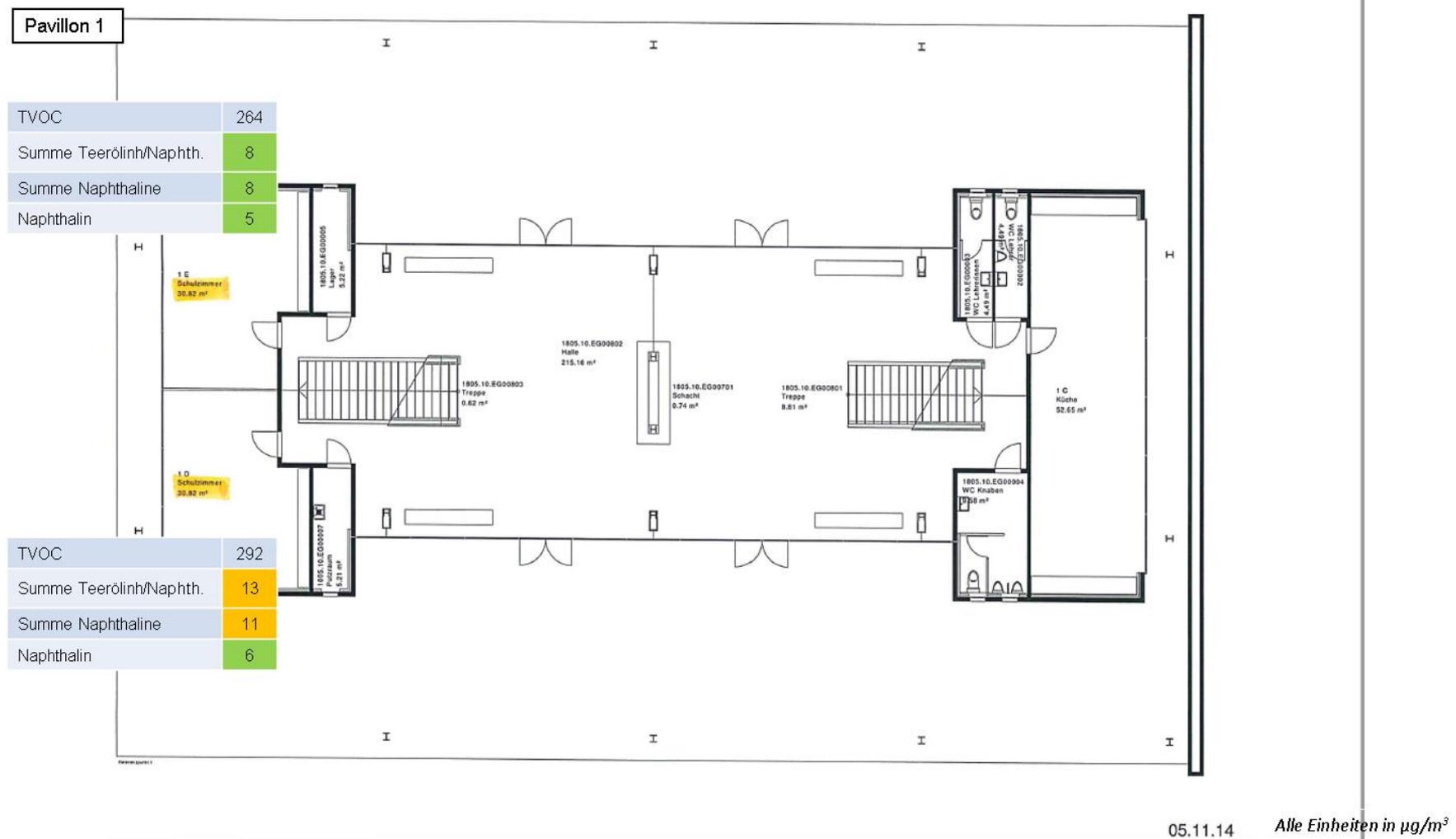
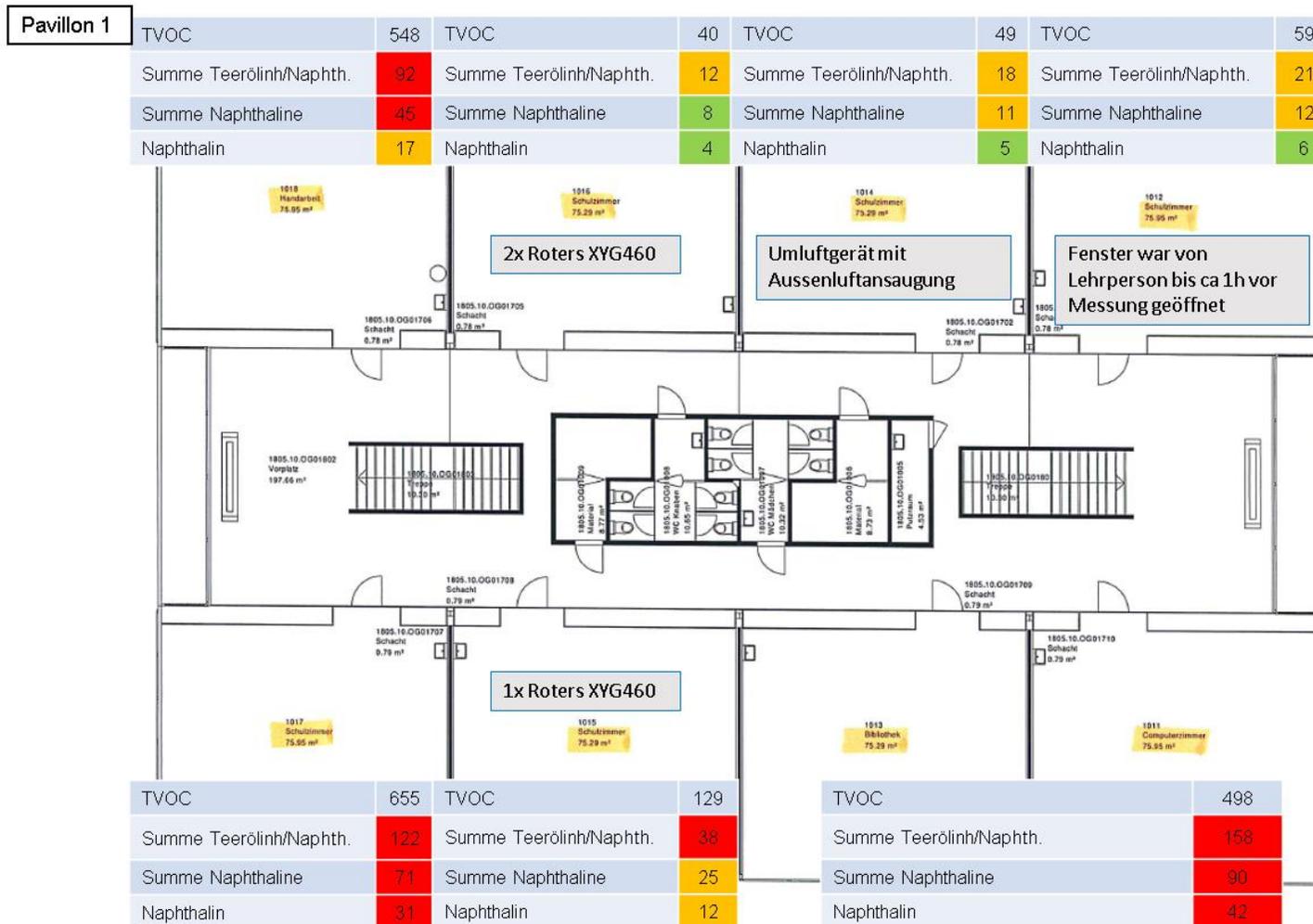


Abb. 1: Grundriss 1: Pavillon 1, EG, Resultate Mai 2018

5. Untersuchungsbericht 2967-07

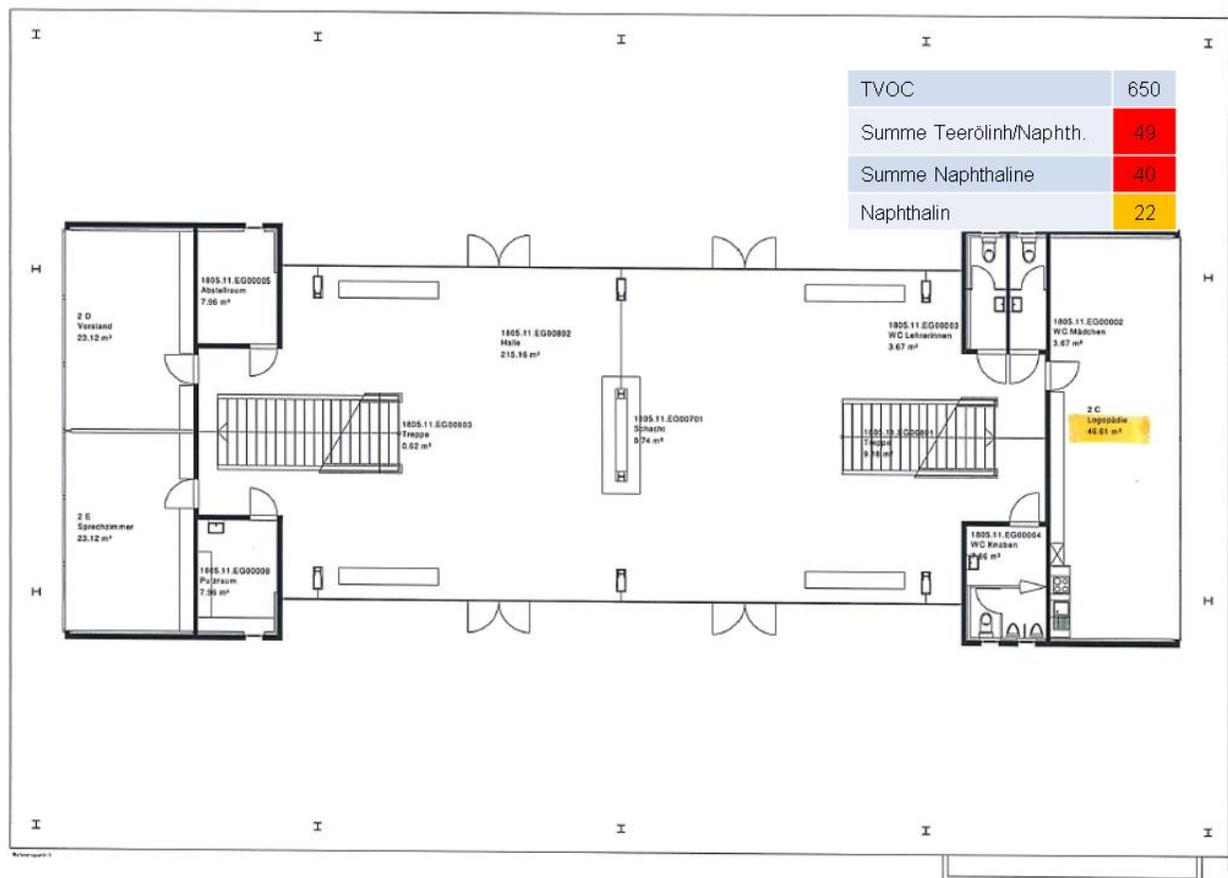


Alle Einheiten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Abb. 2: Pavillon 1, OG, Resultate Mai 2018

5. Untersuchungsbericht 2967-07

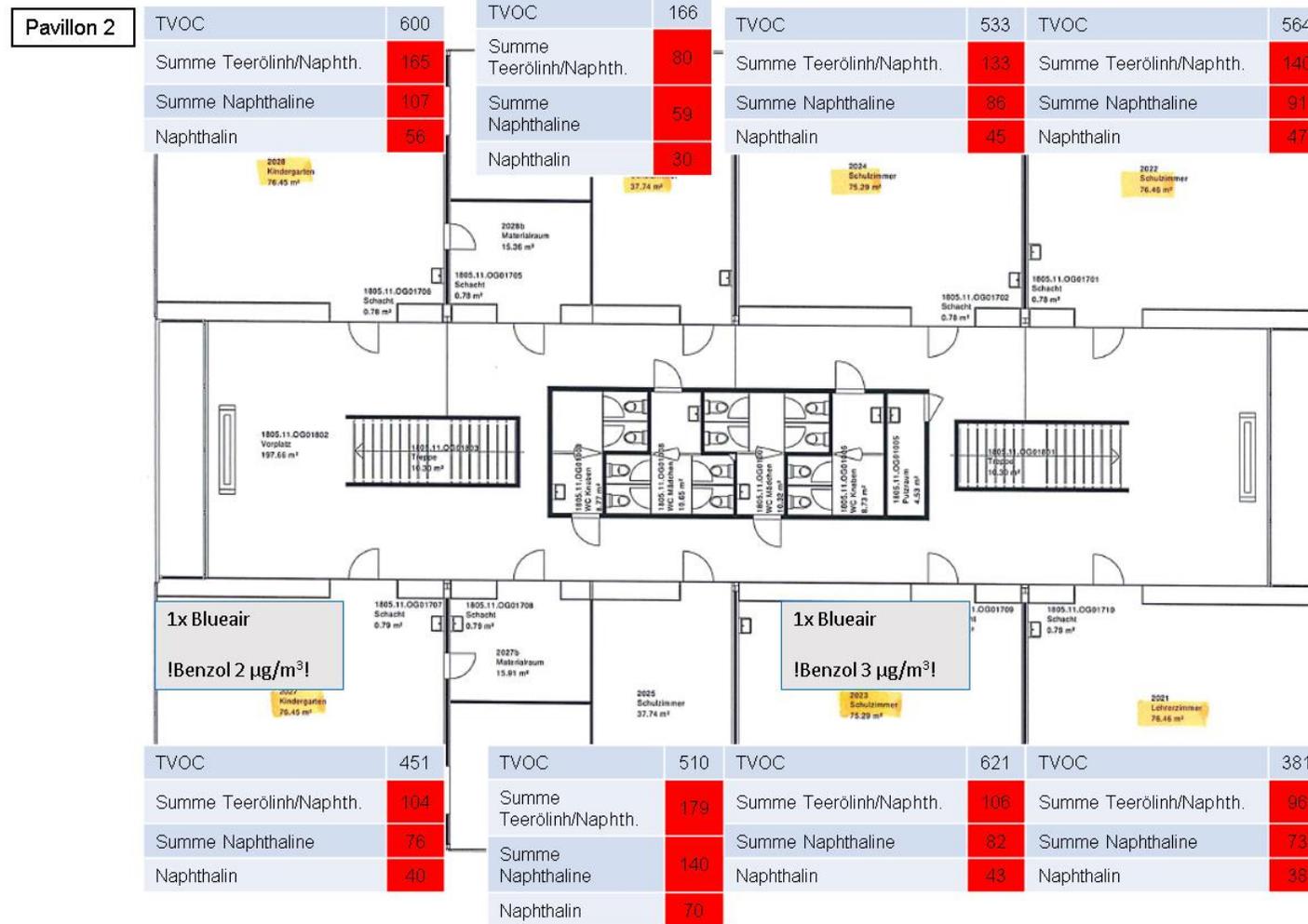
Pavillon 2



Alle Einheiten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Abb. 3: Pavillon 2, EG, Resultate Mai 2018

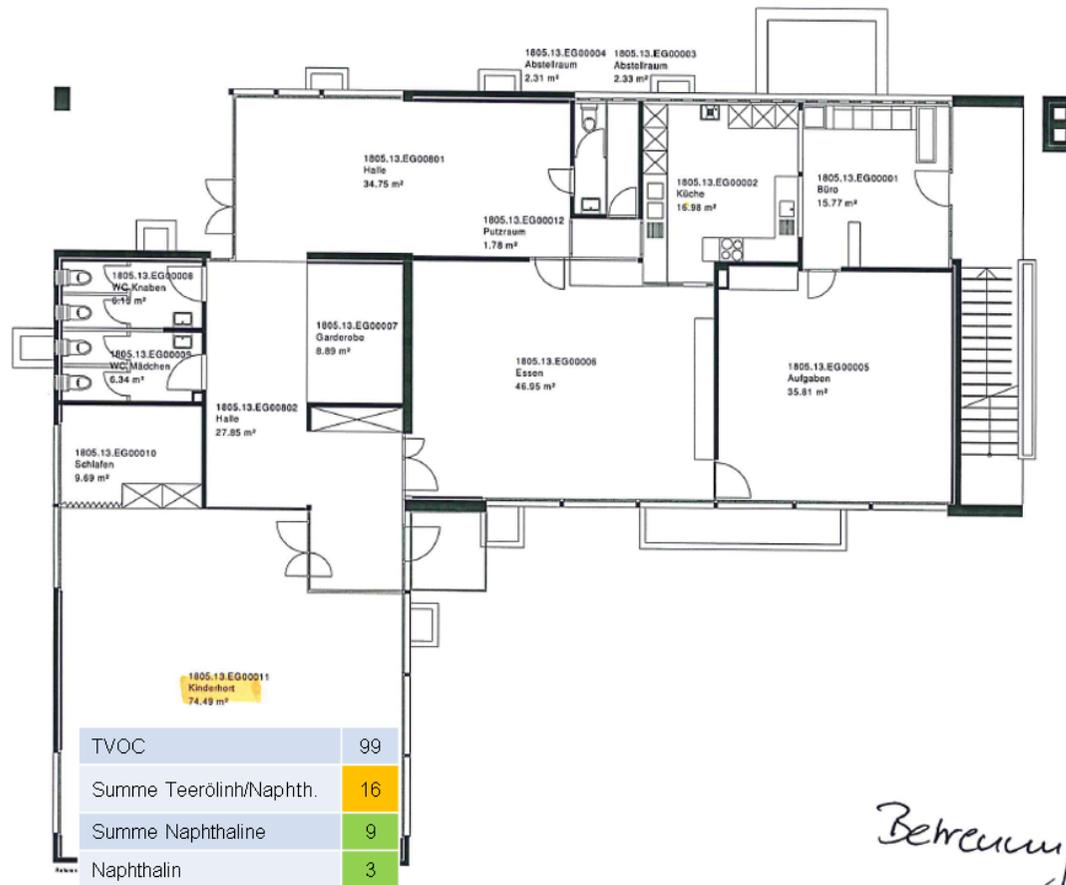
5. Untersuchungsbericht 2967-07



Alle Einheiten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Abb. 4: Pavillon 2, OG, Resultate Mai 2018

5. Untersuchungsbericht 2967-07



*Betreuung EG*

Alle Einheiten in µg/m<sup>3</sup>

Abb. 5: Betreuung, EG, Resultate Mai 2018

5. Untersuchungsbericht 2967-07

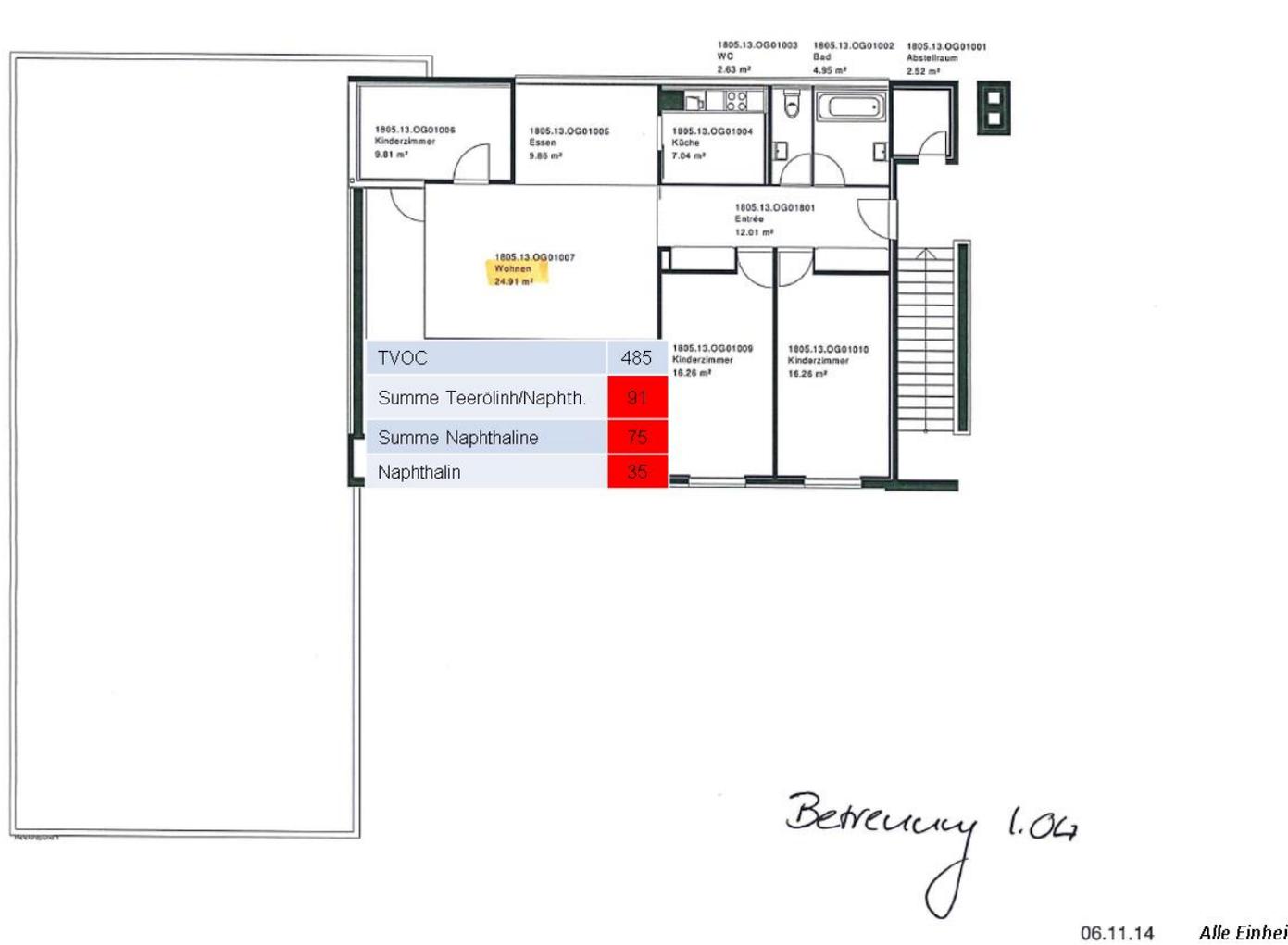


Abb. 6: Betreuung, OG, Resultate Mai 2018

5. Untersuchungsbericht 2967-07

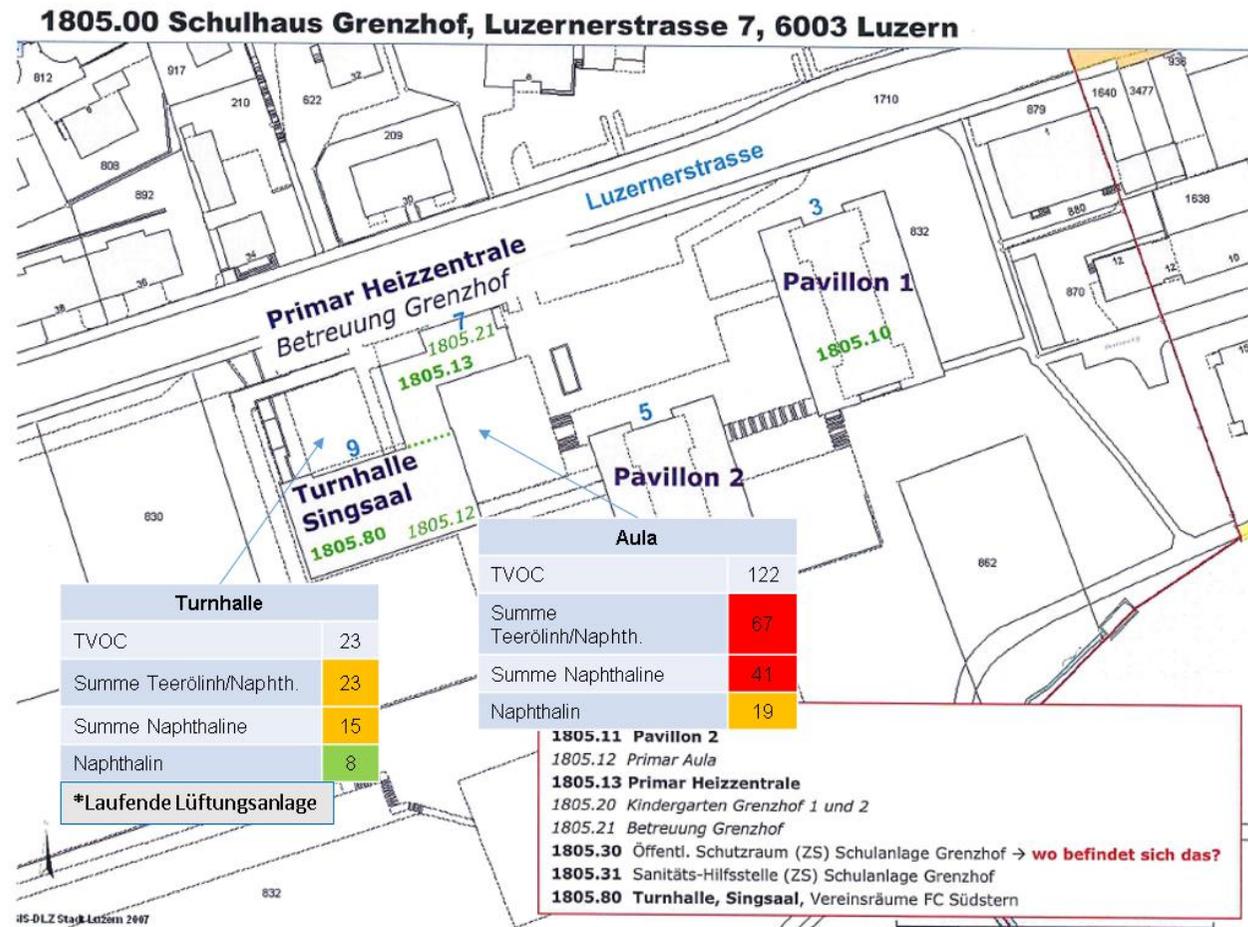


Abb. 7: Turnhalle / Aula, Resultate Mai 2018

### **Gesamtsituation (TVOC) – Interpretation**

Der gemessene Gehalt an Lösemitteln in der Raumluft, die sogenannte TVOC-Konzentration, liegt an den Messpunkten bei 23 bis 655  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (vgl. Tab. 2).

Üblicherweise werden in Wohnungen und Klassenzimmern Werte zwischen 250 und 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Für einen beschwerdefreien Aufenthalt soll auf Dauer ein TVOC-Wert im Bereich von 1'000 bis 3'000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden. Ziel sollte es sein, zur Sicherung raumlufthygienischer (keine toxikologische Begründung) und angenehmer Raumluftverhältnisse<sup>13</sup> in Innenräumen im langzeitigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

### **Summe Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline – Interpretation**

Die gemessenen Summenkonzentrationen der flüchtigen Teerölinhaltsstoffe liegen unter Standardbedingungen zwischen 8 und 179  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und setzen sich hauptsächlich aus Naphthalinen (2-Methylnaphthalin, 1-Methylnaphthalin) zusammen (vgl. Tab. 2). Die Einzelverbindung Naphthalin wurde in Konzentrationen von 3 bis 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nachgewiesen.

Für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline besteht ein vorläufiger Eingreifwert<sup>14</sup> von 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein vorsorglicher Richtwert von 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin liegt bei 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , der empfohlene WHO-Jahresmittelwert<sup>15</sup> liegt bei 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

In Tab. 2 sind die Überschreitungen der entsprechenden Richtwerte farblich markiert.

Im Vergleich zu der Messreihe im April 2018 wurden im Pavillon 1 höhere Konzentrationen (P1/15) resp. ähnlich hohe Konzentrationen (P1/16) gemessen. Im Pavillon 1 EG wird der Vorsorgewert eingehalten (P1/1E) bzw. leicht überschritten (P1/1D). Im Pavillon 1 OG werden in den Räumen mit installierten Geräten „Roters XYG460“ und der Umluftanlage, bzw. im Raum P1/12, wo vor der Messung durch

---

<sup>13</sup> Seifert B., Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert), Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42, S. 270-278, 1999

<sup>14</sup> Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt 56(10): 1448-1459, 2013

<sup>15</sup> World Health Organization, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected Pollutants, Dezember 2010

eine Lehrperson gelüftet wurde, die Vorsorgewerte überschritten, die Eingreifwerte jedoch unterschritten. Im Raum P1/15 wird der Eingreifwert trotz einem Gerät „Roters XYG460“ für die Summenkonzentration Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline aber leicht überschritten. In den restlichen Räumen im OG (P1/17, P1/18, P1/13&11) werden die Eingreifwerte überschritten.

Die aktuellen Konzentrationen im Pavillon 2 waren an allen Messpunkten höher als im April 2018. Die Eingreifwerte werden an allen Messpunkten überschritten. Lediglich die Konzentration der Einzelsubstanz Naphthalin unterschreitet am Messpunkt in der Logopädie den Eingreifwert knapp.

Die allgemein höheren gemessenen Konzentrationen in Pavillon 1 und 2 lassen sich unter anderem durch die höheren Temperaturen (Beispiel P2/23: +4.2°C wärmer im Vergleich zur Messung im April 2018), andererseits durch die Messung unter Standardbedingungen (Bisher wurde unter Nutzungsbedingungen gemessen) erklären.

In der Betreuung EG wird der Vorsorgewert für die Summenkonzentration Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline leicht überschritten, der Vorsorgewert die Einzelverbindung Naphthalin wird unterschritten. Im OG wird der Eingreifwert für die Summenkonzentration als auch für die Einzelsubstanz Naphthalin überschritten.

In der Turnhalle wird der Vorsorgewert für die Summenkonzentration Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline leicht überschritten, der Vorsorgewert die Einzelverbindung Naphthalin wird unterschritten. In der Turnhalle lief vor und während der Messung die eingebaute Lüftungsanlage. In der Aula wird der Eingreifwert für die Summenkonzentration überschritten, die Konzentration der Einzelsubstanz Naphthalin überschreitet den Vorsorgewert.

Teerölinhaltsstoffe sind Bestandteile von PAK-haltigen Baumaterialien. Im vorliegenden Objekt wurde in einem exemplarisch untersuchten Zwischenboden eine PAK-haltige Spreuschüttung identifiziert.

### **Benzol – Interpretation Einzelstoff**

Der Einzelstoff Benzol wurde am Messpunkt P2/23 in einer Konzentration von 3 µg/m<sup>3</sup> und am Messpunkt P2/KiGa II in einer Konzentration von 2 µg/m<sup>3</sup> gemessen. Die Belastung mit Benzol kann ab einem Wert von 6 µg/m<sup>3</sup> als statistisch auffällig beurteilt werden. Da für Benzol das Minimierungsgebot gilt, ist kein gesundheitlicher Vorsorgewert definiert. Es gilt jedoch ein Eingreifwert von 10 µg/m<sup>3</sup>. Die gemessene Konzentration unterschreitet den Eingreifwert.

Häufigste Quelle des Benzols in Innenräumen sind eingetragene Abgase von Verbrennungsmotoren. Als weitere mögliche Quelle im vorliegenden Fall kann aber ebenfalls die teeröhlhaltige Spreuschüttung vermutet werden.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN/ EMPFEHLUNGEN

### 4.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN

In sämtlichen genutzten Räume im Pavillon 1 und Pavillon 2 wurde die Raumluft auf Naphthaline und Teerölinhaltstoffe untersucht. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline wurde in 15 Räumen überschritten. Eine Überschreitung des gesundheitlichen Vorsorgewertes, nicht jedoch des Eingreifwertes wurde in 6 Räumen festgestellt. Keine Überschreitung der Richtwerte wurde in einem Raum festgestellt (vgl. Tab. 2).

Der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin wurde in 11 Räumen überschritten. Eine Überschreitung des von der WHO empfohlenen Jahresmittelwertes für die Einzelverbindung Naphthalin, jedoch keine Überschreitung des Eingreifwertes, wurde in 4 Räumen festgestellt. Keine Überschreitung der Richtwerte für die Einzelverbindung Naphthalin wurde in 7 Räumen festgestellt.

Bezüglich des Effektes der Luftreinigungsgeräte wird anhand der Resultate vermutet, dass folgende Geräte einen schadstoffkonzentrationssenkenden Effekt aufweisen: „Roters XYG460“ (P1/15, P1/16) und das Umluftgerät mit Aussenluftansaugung (P1/14).

Die Geräte „Blueair“ der Fa. Holag sowie die Ionisatoren der Fa. Swiss Ion konnten die Raumluftkonzentrationen an Naphthalin nicht unter die Eingreifwerte senken und scheinen einen vergleichsweise geringeren Effekt zu zeigen. Es kann aber auch nicht ausgeschlossen werden, dass die Konzentrationen ohne diese Geräte nicht noch höher wären.

Aufgrund der Messergebnisse besteht aus gesundheitlicher Sichtweise Handlungsbedarf.

## 4.2 EMPFEHLUNGEN

Zusammenfassend besteht in folgenden Räumen aufgrund der Überschreitung von Eingreifwerten unmittelbarer Handlungsbedarf:

P1/15, P2/KiGa II, P2/23, P2/Logo, P2/22, P2/24, P2/21, P2/25, P2/KiGa I, P2/26, Betr. 1. OG; P1/18, P1/17, P1/13&11, Aula

In folgenden Räumen besteht aufgrund der Überschreitung von Vorsorgewerten vorsorglicher Handlungsbedarf:

P1/16, P1/14, P1/12, P1/1D, Betr. EG, Turnhalle

In folgendem Raum besteht kein Handlungsbedarf:

P1/1E

Kurzfristig empfehlen wir aufgrund der gesundheitsrelevanten Konzentrationen an Teerölinhaltstoffen und Naphthalinen, die Belastung in allen Klassenzimmern durch die Aufrechterhaltung eines Lüftungsregimes möglichst zu minimieren. Die Räume sind dazu am Morgen vor Beginn des Unterrichts, sowie während der Nutzungszeit stündlich, bzw. nach jeder Unterrichtslektion für 10 Minuten mit offenen Fenstern und Türen quer zu lüften.

Es wird empfohlen die Räumlichkeiten im Pavillon 2, in welchen die Eingreifwerte an allen Messpunkten überschritten werden ab sofort nicht mehr zu benutzen. Um die Konzentration an Schadstoffen zu senken, wird empfohlen, die PAK-haltige Spreuschüttung zu entfernen mit ergänzenden Abdichtungsarbeiten. Da die Schadstoffe möglicherweise in die Rohbaubsubstanz eingedrungen sein könnten, wird zudem empfohlen eine Lüftungsanlage einzubauen. In einem vergleichbaren Fall eines teerölbelasteten Schulhauses<sup>16</sup> zeigte eine Entfernung der belasteten Bodenschicht zur Probesanierung eines stark belasteten Raumes zwar eine Reduktion, jedoch keine Senkung der Naphthalin-Belastung unter die Richtwerte.

In den Räumlichkeiten im Pavillon 1 ist anhand der Messergebnisse eine tiefere Teerölinhaltsstoff-Belastung als im Pavillon 2 vorhanden. Um den Schulbetrieb im Pavillon 1 weiterzuführen wird empfohlen, den Einbau einer Lüftungsanlage mit möglichst hohem Luftwechsel durchzuführen. Alternativ kann versucht werden, mit einem oder zwei Geräten „Roters XYG460“ die Schadstoffbelastung der Raumluft

---

<sup>16</sup> Schulhaus Manuel, 3006 Bern, BUC Bau- und Umweltchemie AG, Berichte 0414-01 bis -23, 2004-2015

unter die Eingreif-, idealerweise unter die Vorsorgewerte zu senken. Im oben erwähnten vergleichbaren Schulhaus<sup>16</sup> konnten in einem mittelstark belasteten Raum die Raumluftkonzentrationen mittels Einbau einer Lüftungsanlage mit einem hohen Luftwechsel unter die Richtwerte gesenkt werden.

Im Betreuungsgebäude wird empfohlen, das OG nicht mehr zu benutzen. Das EG kann mit häufigem Fensterlüften weiterbetrieben werden.

In der Turnhalle wird der Vorsorge- jedoch nicht der Eingreifwert überschritten. Es ist zu prüfen ob in der eingebauten Lüftungsanlage ein höherer Luftwechsel eingestellt werden kann. In der Aula wird häufiges Lüften sowie die Installation von mindestens einem Luftreiniger „Roters XYG460“ empfohlen.

Es wird empfohlen, die Naphthalin- und Teeröl-Konzentrationen regelmässig zu überprüfen.

## **5. FOTODOKUMENTATION**

## 5. Untersuchungsbericht 2967-07



Abb. 8: Pavillon 1, Raum P1/15, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 9: Pavillon 1, Raum P1/16, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 10: Pavillon 2, Raum P2/23, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 11: Pavillon 2, Raum P2/KiGa II, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 12: Pavillon 2, Raum P2/Logo, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 13: Pavillon 2, Raum P2/22, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.

5. Untersuchungsbericht 2967-07



Abb. 14: Pavillon 2, Raum P2/24, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 15: Pavillon 2, Raum P2/21, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 16: Pavillon 2, Raum P2/25, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 17: Pavillon 2, Raum P2/KiGa I, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 18: Pavillon 2, Raum P2/26, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 19: Betr. 1. OG, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.

5. Untersuchungsbericht 2967-07



Abb. 20: Pavillon 1, Raum P1/14, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 21: Pavillon 1, Raum P1/18, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 22: Pavillon 1, Raum P1/17, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 23: Pavillon 1, Raum P1/13&11, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 24: Pavillon 1, Raum P1/12, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 25: Pavillon 1, Raum P1/1E, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.

5. Untersuchungsbericht 2967-07



Abb. 26: Pavillon 1, Raum P1/1D, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 27: Betr. EG, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 28: Aula, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 29: Turnhalle, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.

## 6. ANHANG: PROBENAHE CHEMIE

### Flüchtige organische Verbindungen – Tenax

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV VOC LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-5 und ISO 16000-6 abstützt. Die Volumenströme der Probenahmegeräte werden normiert auf Standardbedingungen (20 °C, 1013.25 mbar). Die Anreicherung erfolgte an TENAX TA mit anschliessender GC/MS Auswertung.

Der Summenparameter für flüchtige organische Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) wird gemäss ISO 16000-6 bestimmt und umfasst alle auf TENAX eluierbaren und identifizierten Stoffe im Retentionszeitbereich zwischen n-Hexan und n-Eicosan und oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen von 10 µg/m<sup>3</sup>. Die Bestimmungsgrenze für chlorierte Verbindungen sowie Acetophenon beträgt 5 µg/m<sup>3</sup>, für Naphthalin und Benzol 2 µg/m<sup>3</sup>. Die nicht identifizierten Signale werden oberhalb von 10 µg/m<sup>3</sup> bei der Summenberechnung des TVOC berücksichtigt.

Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.

## 6. UNTERSUCHUNGSBERICHT

SCHULHAUS GRENZHOF  
LUZERNERSTRASSE 7  
CH-6014 LUZERN

**Bau- und Umweltchemie  
Beratungen und Messungen AG**

Thurgauerstrasse 60  
8050 Zürich

T. +41 (0)44 440 72 11

F. +41 (0)44 440 72 13

Gerechtigkeitsgasse 80  
3011 Bern

T. +41 (0)31 550 49 50

F. +41 (0)31 550 49 51

IBAN

CH04 0900 0000 8007 6931 5

CHE-109.554.251 MWST

buc@raumlufthygiene.ch

www.raumlufthygiene.ch



6. Untersuchungsbericht 2967-08

<b>Auftraggeber</b>	Herr Rosario Brillante, Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern
<b>Objekt</b>	Schulhaus Grenzhof, Luzern
<b>Projektnummer</b>	2018-2967-08
<b>Projektleitung</b>	Raphael Rapold
<b>Auftrag vom</b>	28. Juni 2018
<b>Ausführung der Abklärungen:</b>	11. Juli 2018
<b>Qualitätssicherung:</b>	ml
<b>Anzahl Seiten Bericht:</b>	21

Zürich, 16. August 2018

BUC Bau- und Umweltchemie AG



Raphael Rapold

Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BUC Bau- und Umweltchemie AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden.

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchungen</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Messergebnisse und Interpretation Chemie-Analyse</b>	<b>9</b>
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen / Empfehlungen</b>	<b>17</b>
4.1	Schlussfolgerungen	17
4.2	Empfehlungen	18
<b>5.</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>20</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang Probenahme Chemie</b>	<b>21</b>

## 1. AUSGANGSLAGE

### Objekt

Die Schulanlage Grenzhof an der Luzernerstrasse 7 in Luzern wurde in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt und besteht aus zwei Pavillons, einer Bibliothek und einer Turnhalle. In den untersuchten Klassenräumen und im Kindergarten ist ein Linoleum Bodenbelag eingebracht. Die Wände sind mit Holztäfer verkleidet bzw. verputzt und an den Decken sind Akustikplatten angebracht. Die Räume werden über Radiatoren temperiert und über die Fenster gelüftet.

### Schadensbeschreibung

In den Räumen der Schulanlage klagen die Raumnutzer über auffällige Geruchsbelastungen, welche in den Klassenräumen und in der Turnhalle durch Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline verursacht werden.

### Bisher durchgeführte Massnahmen / Messungen

Im Januar 2015 wurden in der Schulanlage Grenzhof durch die Fa. BUC Bau- und Umweltchemie AG Raumlufmessungen unter Standardbedingungen<sup>1</sup> durchgeführt<sup>2</sup>. Es wurden auffällige Konzentrationen an Naphthalinen und weiteren Teerölinhaltsstoffen nachgewiesen. In einem der untersuchten Klassenräume im Pavillon 1 wurde der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen überschritten. Im März 2015 wurden Messungen in jeweils zwei Räumen der Pavillons 1 und 2 unter Nutzungsbedingungen<sup>3</sup> durchgeführt<sup>4</sup>. Naphthaline und Teerölinhaltstoffe wurden in allen untersuchten Räumen nachgewiesen. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen sowie der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für Naphthalin wurden in den Räumen P2/Kindergarten sowie P2/23 überschritten. In den untersuchten Räumen P1/15 und P1/16 lagen die Konzentrationen gerade im Bereich dieser Richtwerte bzw. knapp

---

<sup>1</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumlufmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen die Messungen i.d.R. unter Standardbedingungen. Entsprechend der ISO Norm 16000-2 und 16000-5 muss der zu messende Raum 15 Minuten intensiv gelüftet werden und danach etwa 8 Stunden bis zum Ende der Messung geschlossen bleiben.

<sup>2</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-01, Zürich 2015

<sup>3</sup> Gemessen wurde jeweils eine Stunde nach der letzten Querlüftung.

<sup>4</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2015-2967-02, Zürich 2015

darunter. Im Juli 2015 wurde im Rahmen eines Gebäudechecks zur Identifikation schadstoffhaltiger Baumaterialien<sup>5</sup> ermittelt, dass im Zwischenboden eine PAK<sup>6</sup>-haltige Spreuschüttung vorhanden ist. Dieses Material ist als Quelle der beschriebenen Schadstoffe in der Raumluft anzusehen. Im Oktober 2016 wurde die Raumluft erneut unter Nutzungsbedingungen untersucht<sup>7</sup>. Die Konzentrationen im Oktober 2016 im Pavillon 2 waren praktisch identisch bzw. sogar höher ausgefallen als im März 2015. Im Pavillon 1 waren die Konzentrationen im Oktober 2016 deutlich tiefer ausgefallen als im März 2015, was jedoch zumindest teilweise mit den Messbedingungen begründet wurde.

Darauf wurde in den Räumen Aktivkohlefilter installiert, was die Geruchsproblematik nicht verbesserte. Nach Austausch der Aktivkohlefilter mit 3-stufigen Luftreinigungsgeräte der Fa. Swiss Ion GmbH zur Geruchsneutralisation hat sich nach Aussage des Auftraggebers die Geruchsproblematik deutlich verbessert. Bei den Luftreinigern handelt es sich um Geräte mit einem Ionisator mit Hochspannungskoronarentladung.

Nach weiteren Kontrollmessungen durch die Fa. BUC- Bau und Umweltchemie AG im April 2018<sup>8</sup> wurde festgestellt, dass der Einsatz der Lüftungsgeräte keine messbare Verbesserung der Raumlufthygiene herbeigeführt hat. Die Konzentrationen an Naphthalinen und Teerölinhaltsstoffen sind höher oder gleich hoch ausgefallen als im Oktober 2016. Nach wie vor überschritten die Konzentrationen an Naphthalinen und Teerölinhaltsstoffen die gesundheitlichen Eingreifwerte (Pavillon 2) resp. Vorsorgewerte (Pavillon 1).

Im Mai/Juni 2018<sup>9</sup> wurde die Raumluft aller im Schulbetrieb benutzen Räume gemessen. Aufgrund der Messergebnisse wurde empfohlen die Räumlichkeiten im Pavillon 2, in welchem die Eingreifwerte an allen Messpunkten überschritten wurden, nicht mehr zu benutzen.

In den Räumlichkeiten im Pavillon 1 ist anhand der Messergebnisse eine tiefere Teerölinhaltsstoff-Belastung als im Pavillon 2 vorhanden. Um den Schulbetrieb im

---

<sup>5</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2015-2967-03, Zürich 2015

Untersucht wurde der Zwischenboden des Schulzimmers Nr. 16 im OG des Pavillon 2

<sup>6</sup> PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

<sup>7</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2016-2967-04.1\_korr, Zürich 2016

<sup>8</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2018-2967-06, Zürich 2018

<sup>9</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2018-2967-07, Zürich 2018

Pavillon 1 weiterzuführen wird empfohlen, eine Lüftungsanlage mit möglichst hohem Luftwechsel einzubauen. Alternativ wurde empfohlen, die Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft mit dem Einsatz von Luftreinigungsgeräten mit Aktivkohlefilter zu reduzieren.

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### Auftrag

Die Fa. BUC Bau und Umweltchemie AG wurde beauftragt, Raumluftmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) in je drei Räumen im Pavillon 1 und Pavillon 2 durchzuführen und die Ergebnisse zu vergleichen sowie gesundheitlich zu bewerten. Dabei soll der Wirkungsgrad von drei verschiedenen Luftreinigungsgeräten mit Aktivkohlefilter eruiert werden.

### Messpunkte

Die untersuchten Messpunkte sind in Tab. 1. zusammengestellt.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Messungen

Bereich	Parameter	P2/KiGa I	P2/21	Betreuung OG	P1/18	P1/17	P1/15
Chemie	Flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft	x	x	x	x	x	x

### Mess- und Randbedingungen

Die chemischen Luftanalysen erfolgten mittels aktiver Probenahme - beschrieben im Anhang - unter Standardbedingungen<sup>10</sup> im Pavillon 2 und unter Nutzungsbedingungen<sup>11</sup> im Pavillon 1 an den untersuchten Messpunkten. Die Raumlufttemperaturen und die relativen Luftfeuchtigkeiten an den Messpunkten sind in Tab. 2 des folgenden Kapitels 3 aufgeführt.

In den Räumen wurde jeweils vor und nach fünfständiger Betriebsdauer eines Luftreinigungsgerätes gemessen. Während der vorliegenden Messungen war im Raum P2/KiGa I sowie P1/18 jeweils ein Luftreinigungsgerät „Cleanzone SLS“ der Firma IQAir installiert. In den Räumen P2/21 sowie P1/17 war jeweils ein Luftreinigungsgerät „Airclean GCX“ der Firma IQAir installiert. In den Räumen P1/15

<sup>10</sup> Am Vorabend der Messung wurde durch fünfzehnminütiges Öffnen von Türen und Fenstern intensiv gelüftet. Türen und Fenster wurden anschliessend wieder geschlossen und nach einer Wartezeit von ungefähr acht Stunden wurde die Luftprobe genommen.

<sup>11</sup> Vor der Messung wurde durch fünfzehnminütiges Öffnen von Türen und Fenstern intensiv gelüftet. Türen und Fenster wurden anschliessend wieder geschlossen und nach einer Wartezeit von einer Stunde wurde die Luftprobe genommen.

sowie Betreuung OG war jeweils ein Luftreinigungsgerät „Roters XYG460“ der Fa. Trobag installiert.

Das Gerät „Cleanzone SLS“ wurde auf Stufe 5 mit einem entsprechenden Luftstrom von 820 m<sup>3</sup>/h in Betrieb genommen. Das Gerät „Airclean GCX“ wurde auf Stufe 3 mit einem entsprechenden Luftstrom von 190 m<sup>3</sup>/h in Betrieb genommen. Das Gerät „Roters XYG460“ verfügt nur über eine mögliche Betriebsstufe mit unbekanntem Luftwechsel und wurde so in Betrieb genommen.

### 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION CHEMIE-ANALYSE

#### Ergebnisse

Tab. 2 zeigt den TVOC-Wert (Total Volatile Organic Compounds) und eine Zusammenstellung aller chemischen Verbindungen bzw. ihrer Summen, die in einer relevanten Konzentration nachgewiesen wurden. Zusätzlich sind die Konzentrationen der Naphthaline und Teerölinhaltstoffe angegeben. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richtwerten<sup>12</sup> oder statistisch erhobenen Raumlufkonzentrationen<sup>13,14,15</sup> - in niedrigen Konzentrationen vorhanden und werden nicht weiter bewertet. Zum Vergleich sind die im Mai 2018 unter Standardbedingungen gemessenen Werte aufgeführt (grau hinterlegt).

Zur besseren Gesamtübersicht über die das Gesamtbild der Gebäudebelastung sind in den Grundrissen 1-7 die Messergebnisse räumlich pro Gebäude dargestellt.

---

<sup>12</sup> Pluschke P., Luftschadstoffe in Innenräumen, Springer-Verlag, Berlin, 1996

<sup>13</sup> DIWODAT, Interne Datenbank der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, Stand Juli 2015

<sup>14</sup> Umweltbundesamt, Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluf , WaBoLu-Heft 05 08, 2007

<sup>15</sup> H.-D. Neumann, UK NRW (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen), Gesunde Luft in Schulen, 2013

6. Untersuchungsbericht 2967-08

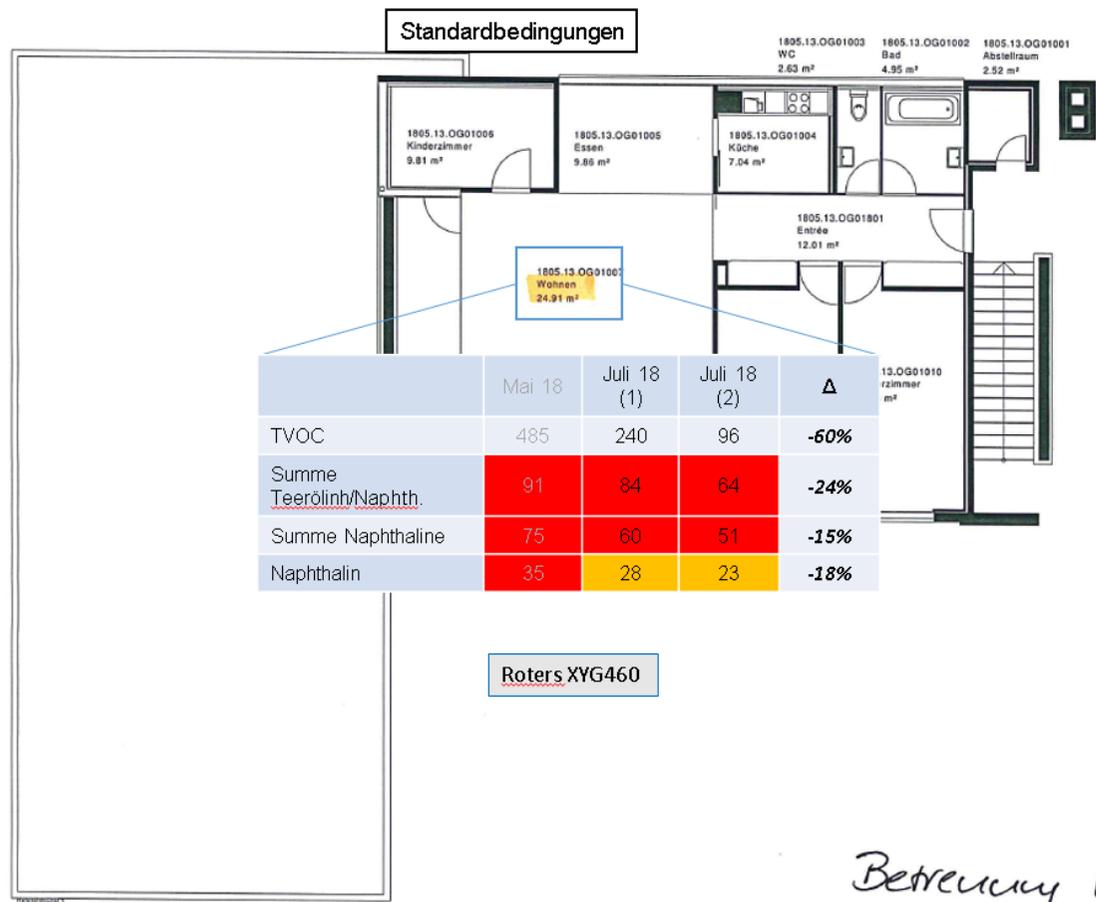
Tab. 2: Chemische Verbindungen, die in einer relevanten Konzentration auftreten

Messpunkte		P2/KiGa I			P2/21			Betreuung OG			P1/18			P1/17			P1/15		
Messdatum		Mai 2018	Juli 2018 (1)	Juli 2018 (2)	Mai 2018	Juli 2018 (1)	Juli 2018 (2)	Mai 2018	Juli 2018 (1)	Juli 2018 (2)	Mai 2018	Juli 2018 (1)	Juli 2018 (2)	Mai 2018	Juli 2018 (1)	Juli 2018 (2)	Mai 2018	Juli 2018 (1)	Juli 2018 (2)
Temperatur [ °C]		24.7	22.5	24.8	25.5	24.6	25.1	25.4	24.7	25.6	24.1	24.1	25.4	23.8	24.1	26.1	25.6	24.4	25.8
rel. Luftfeuchte [%]		51.2	55.5	49.6	52.4	49.9	47.9	53.7	51.5	50.0	52.7	46.7	45.9	53.1	45.9	44.1	48.7	48.0	45.3
Verbindung	CAS Nr.	[µg/m³]																	
TVOC	-	600	391	62	381	288	55	485	240	96	548	170	19	655	418	216	129	294	279
Summe Teerölinhaltstoffe / Naphthaline	-	165	135	44	96	89	32	91	84	64	92	43	19	122	100	56	38	82	61
Summe Naphthaline	-	107	87	33	73	58	24	75	60	51	45	24	8	71	53	31	25	50	37
Naphthalin	91-20-3	56	45	16	38	29	12	35	28	23	17	9	3	31	22	12	12	23	17
		IQ SLS			IQ GCX			Roters			IQ SLS			IQ GCX			Roters		

■ Keine Richtwerte überschritten    
 ■ Vorsorgewert überschritten    
 ■ Eingreifwert überschritten



6. Untersuchungsbericht 2967-08



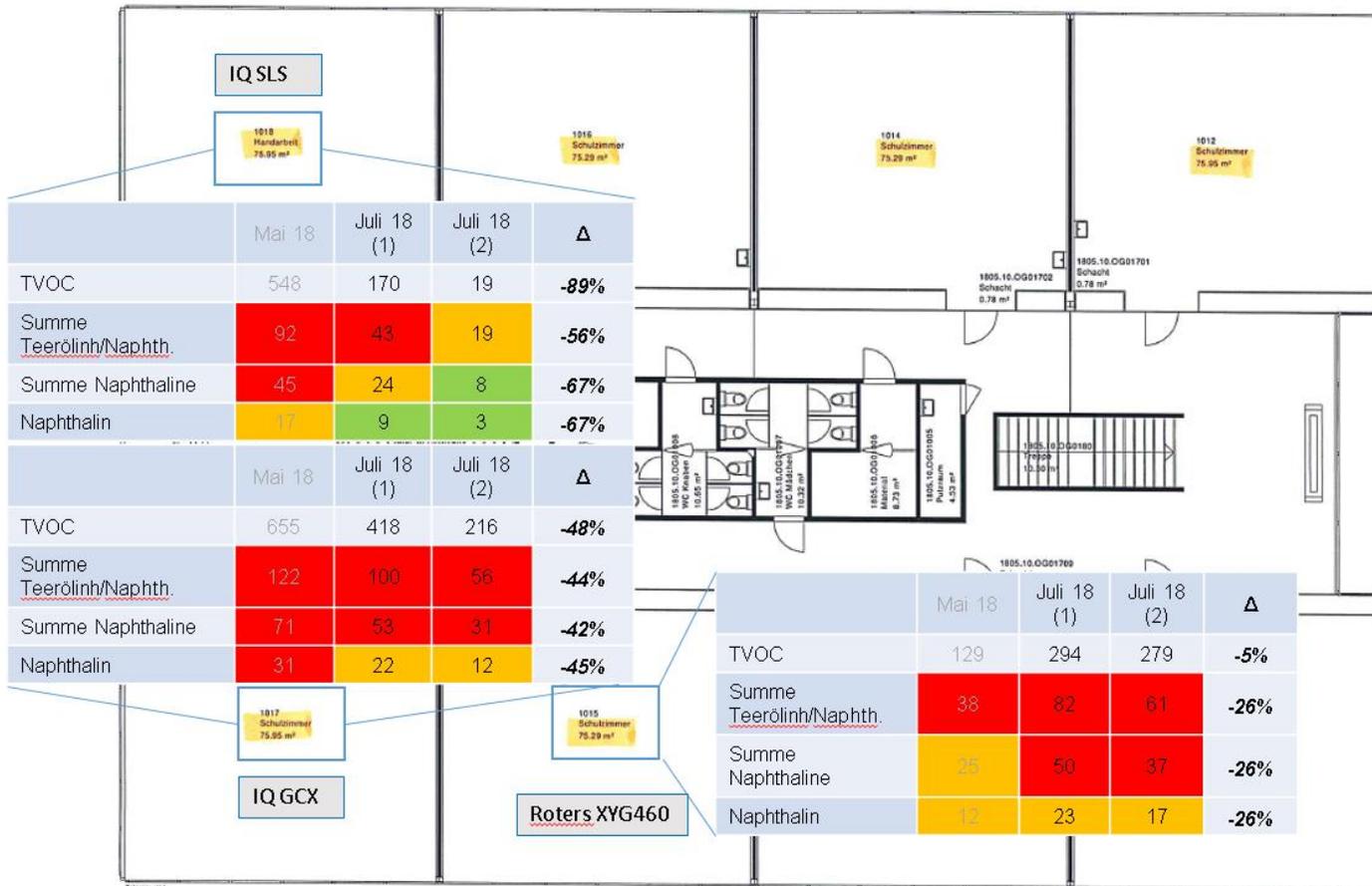
06.11.14 Alle Einheiten in µg/m<sup>3</sup>

Abb. 2: Betreuung, OG, Resultate Juli 2018

6. Untersuchungsbericht 2967-08

Pavillon 1

Nutzungsbedingungen



Alle Einheiten in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Abb. 3: Pavillon 1, OG, Resultate Juli 2018

6. Untersuchungsbericht 2967-08

	Juli 18 (1)	Juli 18 (2)						
P1/15	294	279	-5%	Betreuung OG	240	96	-60%	Roters
	82	61	-26%		84	64	-24%	
	50	37	-26%		60	51	-15%	
	23	17	-26%		28	23	-18%	
			-21%				-29%	
P1/17	418	216	-48%	P2/21	288	55	-81%	IQ GCX
	100	56	-44%		89	32	-64%	
	53	31	-42%		58	24	-59%	
	22	12	-45%		29	12	-59%	
			-45%				-66%	
P1/18	170	19	-89%	P2/KiGa I	391	62	-84%	IQ SLS
	43	19	-56%		135	44	-67%	
	24	8	-67%		87	33	-62%	
	9	3	-67%		45	16	-64%	
			-69%				-70%	

Abb. 4: Übersicht und Zusammenfassung Resultate Juli 2018

### **Gesamtsituation (TVOC) – Interpretation**

Der gemessene Gehalt an Lösemitteln in der Raumluft, die sogenannte TVOC-Konzentration, liegt an den Messpunkten vor Inbetriebnahme der Luftreinigungsgeräte bei 170 bis 418  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nach fünfstündiger Betriebsdauer liegt die TVOC-Konzentration bei 19 bis 279  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (vgl. Tab. 2).

Üblicherweise werden in Wohnungen und Klassenzimmern Werte zwischen 250 und 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Für einen beschwerdefreien Aufenthalt soll auf Dauer ein TVOC-Wert im Bereich von 1'000 bis 3'000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden. Ziel sollte es sein, zur Sicherung raumlufthygienischer (keine toxikologische Begründung) und angenehmer Raumluftverhältnisse<sup>16</sup> in Innenräumen im langzeitigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

### **Summe Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline – Interpretation**

Die gemessene Summenkonzentration der flüchtigen Teerölinhaltsstoffe liegt an den Messpunkten vor Inbetriebnahme der Luftreinigungsgeräte bei 43 bis 135  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Nach fünfstündiger Betriebsdauer liegt die TVOC-Konzentration bei 19 bis 64  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die obengenannten Summenkonzentrationen setzen sich hauptsächlich aus Naphthalinen (2-Methylnaphthalin, 1-Methylnaphthalin) zusammen (vgl. Tab. 2). Die Einzelverbindung Naphthalin wurde vor Inbetriebnahme in Konzentrationen von 9 bis 45, nach fünfstündiger Betriebsdauer in Konzentrationen von 3 bis 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nachgewiesen.

Für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline besteht ein vorläufiger Eingreifwert<sup>17</sup> von 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein vorsorglicher Richtwert von 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin liegt bei 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , der gesundheitliche Vorsorgewert, welcher ebenfalls dem empfohlenen WHO-Jahresmittelwert<sup>18</sup> entspricht, liegt bei 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

---

<sup>16</sup> Seifert B., Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert), Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42, S. 270-278, 1999

<sup>17</sup> Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt 56(10): 1448-1459, 2013

<sup>18</sup> World Health Organization, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected Pollutants, Dezember 2010

In Tab. 2 sind die Überschreitungen der entsprechenden Richtwerte farblich markiert. Vor der Inbetriebnahme der Luftreinigungsgeräte wurden an allen Messpunkten im Pavillon 1 und 2 sowie am Messpunkt in der Betreuung OG die Eingreifwerte für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline überschritten. Der Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin wird am Messpunkt P2/KiGa I überschritten. Der Vorsorgewert wird an den restlichen Messpunkten überschritten und am Messpunkt P1/18 unterschritten.

Nach fünfstündiger Betriebsdauer der Luftreinigungsgeräte wurden die Konzentrationen an flüchtigen Verbindungen in der Raumluft in allen Räumen messbar reduziert. In den Räumen mit installiertem Gerät IQ SLS konnten die Konzentrationen um durchschnittlich 69% - 70% reduziert werden. In den Räumen mit installiertem Gerät IQ GCX konnten die Konzentrationen um durchschnittlich 45% - 66% reduziert werden. In den Räumen mit installiertem Gerät Roters XYG460 konnten die Konzentrationen um durchschnittlich 21% - 29% reduziert werden. Die Eingreifwerte für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline werden an allen Messpunkten mit Ausnahme vom Messpunkt P1/18 immer noch überschritten, jedoch messbar tiefer. Der Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin wird an keinem Messpunkt mehr überschritten. Der Vorsorgewert wird an allen Messpunkten überschritten mit Ausnahme vom Messpunkt P1/18.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN

### 4.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN

In sechs Räumen im Pavillon 1 und Pavillon 2 sowie der Betreuung OG wurde die Raumluft auf Naphthaline und Teerölinhaltstoffe untersucht. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline wurde vor der Inbetriebnahme der Luftreinigungsgeräte in allen Räumen überschritten. Nach Inbetriebnahme der Geräte wurde der Eingreifwert immer noch in fünf Räumen überschritten, jedoch messbar tiefer. Der Eingreifwert wurde im Raum P1/18 mit installiertem Gerät „IQ SLS“ unterschritten (vgl. Tab. 2).

Der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin wurde vor Inbetriebnahme der Luftreinigungsgeräte in einem Raum überschritten. Eine Überschreitung des gesundheitlichen Vorsorgewertes (entspricht ebenfalls dem von der WHO empfohlenen Jahresmittelwert für die Einzelverbindung Naphthalin) jedoch keine Überschreitung des Eingreifwertes, wurde in vier Räumen festgestellt. Keine Überschreitung der Richtwerte für die Einzelverbindung Naphthalin wurde in einem Raum festgestellt. Nach Inbetriebnahme der Geräte wurde der Eingreifwert in keinem Raum überschritten. Der Vorsorgewert wurde in fünf Räumen überschritten und in einem Raum unterschritten (vgl. Tab. 2).

Bezüglich des Effektes der Luftreinigungsgeräte wird anhand der Resultate vermutet, dass alle Geräte einen schadstoffkonzentrationsenkenden Effekt aufweisen. Die Geräte „Cleanzone SLS“ sowie „Airclean GCX“ der Firma IQAir haben jedoch einen nachgewiesenen stärkeren konzentrationsmindernden Effekt als das Gerät „Roters XYG460“ der Fa. Trobag. Am besten abgeschlossen hat das Gerät „Cleanzone SLS“  
Aufgrund der Messergebnisse besteht aus gesundheitlicher Sichtweise Handlungsbedarf.

## 4.2 EMPFEHLUNGEN

Kurzfristig empfehlen wir aufgrund der gesundheitsrelevanten Konzentrationen an Teerölinhaltstoffen und Naphthalinen, die Belastung in allen Klassenzimmern durch die Aufrechterhaltung eines Lüftungsregimes möglichst zu minimieren. Die Räume sind dazu am Morgen vor Beginn des Unterrichts, sowie während der Nutzungszeit stündlich, bzw. nach jeder Unterrichtslektion für 10 Minuten mit offenen Fenstern und Türen quer zu lüften.

Es wird empfohlen die Räumlichkeiten im Pavillon 2, in welchen die Eingreifwerte an allen Messpunkten überschritten werden ab sofort nicht mehr zu benutzen. Um die Konzentration an Schadstoffen zu senken, wird empfohlen, die PAK-haltige Spreuschüttung zu entfernen mit ergänzenden Abdichtungsarbeiten. Da die Schadstoffe möglicherweise in die Rohbaustanz eingedrungen sein könnten, wird zudem empfohlen eine Lüftungsanlage einzubauen. In einem vergleichbaren Fall eines teerölbelasteten Schulhauses<sup>19</sup> zeigte eine Entfernung der belasteten Bodenschicht zur Probesanierung eines stark belasteten Raumes zwar eine Reduktion, jedoch keine Senkung der Naphthalin-Belastung unter die Richtwerte.

In den Räumlichkeiten im Pavillon 1 ist anhand der Messergebnisse eine tiefere Teerölinhaltstoff-Belastung als im Pavillon 2 vorhanden. Um den Schulbetrieb im Pavillon 1 weiterzuführen wird empfohlen, den Einbau einer Lüftungsanlage mit möglichst hohem Luftwechsel durchzuführen. Im oben erwähnten vergleichbaren Schulhaus<sup>19</sup> konnten in einem mittelstark belasteten Raum die Raumluftkonzentrationen mittels Einbau einer Lüftungsanlage mit einem hohen Luftwechsel unter die Richtwerte gesenkt werden. Alternativ wird empfohlen, ein oder zwei Geräte der Firma IQAir pro Klassenzimmer im durchgehenden Betrieb zu installieren. Die vorliegenden Untersuchungen haben gezeigt, dass dadurch die Schadstoffbelastung messbar gesenkt werden kann.

Im Betreuungsgebäude wird aufgrund der Messwerte empfohlen, das OG nicht mehr zu benutzen. Sollte eine weitere Benutzung der Räumlichkeiten zur Aufrechterhaltung des Schulbetriebes notwendig sein, wird empfohlen den Einbau einer Lüftungsanlage mit hohem Luftwechsel durchzuführen. Alternativ wird empfohlen zwei (aufgrund der Grösse der Räumlichkeiten) Geräte der Firma IQAir im durchgehenden Betrieb zu installieren.

---

<sup>19</sup> Schulhaus Manuel, 3006 Bern, BUC Bau- und Umweltchemie AG, Berichte 0414-01 bis -23, 2004-2015

Das Gerät „Cleanzone SLS“ wird als das geeignetste Gerät zum Einsatz während des Schulbetriebes empfohlen, aufgrund des höchsten schadstoffmindernden Effektes, des höchsten Luftstromes und der tiefsten akustischen Belastung unter den drei getesteten Geräten. Die Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft konnten nach einer Betriebsdauer von fünf Stunden messbar um 69% bzw. 70% reduziert werden. Wir vermuten folglich, dass die Schadstoffkonzentrationen nach einer längeren Betriebsdauer beziehungsweise im durchgehenden Betrieb noch stärker reduziert werden könnten. Sollten weiterhin Geräte der Typs „Airclean GCX“ verwendet werden, wird empfohlen, diese aufgrund der akustischen Belastung auf Stufe 3 zu betreiben bzw. zu prüfen auf welcher Stufe der Schulbetrieb nicht durch das Betriebsgeräusch gestört wird. Das Gerät „Roters XYG460“ der Fa. Trobag wird als ungeeignet zur Benutzung während des Schulbetriebs bewertet, aufgrund des nachgewiesenen tieferen schadstoffsenkenden Effektes sowie der hohen akustischen Belastung durch das Betriebsgeräusch.

Es wird empfohlen, die Naphthalin- und Teeröl-Konzentrationen regelmässig zu überwachen.

## 5. FOTODOKUMENTATION



Abb. 5: Pavillon 2, KiGa I, Raumlufthmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 6: Pavillon 2, Raum 21, Raumlufthmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 7: Betreuung OG, Raumlufthmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 8: Pavillon 1, Raum 18, Raumlufthmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 9: Pavillon 1, Raum 17, Raumlufthmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 10: Pavillon 1, Raum 15, Raumlufthmessung auf flüchtige org. Verb.

## 6. ANHANG PROBENAHE CHEMIE

### Flüchtige organische Verbindungen – Tenax

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV VOC LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-5 und ISO 16000-6 abstützt. Die Volumenströme der Probenahmegeräte werden normiert auf Standardbedingungen (20 °C, 1013.25 mbar). Die Anreicherung erfolgte an TENAX TA mit anschliessender GC/MS Auswertung.

Der Summenparameter für flüchtige organische Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) wird gemäss ISO 16000-6 bestimmt und umfasst alle auf TENAX eluierbaren und identifizierten Stoffe im Retentionszeitbereich zwischen n-Hexan und n-Eicosan und oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen von 10 µg/m<sup>3</sup>. Die Bestimmungsgrenze für chlorierte Verbindungen sowie Acetophenon beträgt 5 µg/m<sup>3</sup>, für Naphthalin und Benzol 2 µg/m<sup>3</sup>. Die nicht identifizierten Signale werden oberhalb von 10 µg/m<sup>3</sup> bei der Summenberechnung des TVOC berücksichtigt.

Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.

## 7. UNTERSUCHUNGSBERICHT

SCHULHAUS GRENZHOF  
LUZERNERSTRASSE 7  
CH-6014 LUZERN

**Bau- und Umweltchemie  
Beratungen und Messungen AG**

Thurgauerstrasse 60  
8050 Zürich

T. +41 (0)44 440 72 11

F. +41 (0)44 440 72 13

Gerechtigkeitsgasse 80  
3011 Bern

T. +41 (0)31 550 49 50

F. +41 (0)31 550 49 51

IBAN

CH04 0900 0000 8007 6931 5

CHE-109.554.251 MWST

buc@raumlufthygiene.ch

www.raumlufthygiene.ch



## 6. Untersuchungsbericht 2967-09

<b>Auftraggeber</b>	Herr Rosario Brillante, Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern
<b>Objekt</b>	Schulhaus Grenzhof, Luzern
<b>Projektnummer</b>	2018-2967-09
<b>Projektleitung</b>	Raphael Rapold
<b>Auftrag vom</b>	09. April 2019
<b>Ausführung der Abklärungen:</b>	26. April 2019
<b>Qualitätssicherung:</b>	nh
<b>Anzahl Seiten Bericht:</b>	13

Zürich, 06. Juni 2019

BUC Bau- und Umweltchemie AG

Patrik Neuhäusler  
GeschäftsführerRaphael Rapold  
Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BUC Bau- und Umweltchemie AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden.

## **INHALTSVERZEICHNIS**

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchungen</b>	<b>7</b>
<b>3.</b>	<b>Messergebnisse und Interpretation Chemie-Analyse</b>	<b>8</b>
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen / Empfehlungen</b>	<b>11</b>
4.1	Schlussfolgerungen	11
4.2	Empfehlungen	11
<b>5.</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang Probenahme Chemie</b>	<b>13</b>

## 1. AUSGANGSLAGE

### Objekt

Die Schulanlage Grenzhof an der Luzernerstrasse 7 in Luzern wurde in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt und besteht aus zwei Pavillons, einer Bibliothek und einer Turnhalle. In den untersuchten Klassenräumen und im Kindergarten ist ein Linoleum Bodenbelag eingebracht. Die Wände sind mit Holztäfer verkleidet bzw. verputzt und an den Decken sind Akustikplatten angebracht. Die Räume werden über Radiatoren temperiert und über die Fenster gelüftet.

### Schadensbeschreibung

In den Räumen der Schulanlage klagen die Raumnutzer über auffällige Geruchsbelastungen, welche in den Klassenräumen und in der Turnhalle durch Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline verursacht werden.

### Bisher durchgeführte Massnahmen / Messungen

Im Januar 2015 wurden in der Schulanlage Grenzhof durch die Fa. BUC Bau- und Umweltchemie AG Raumlufmessungen unter Standardbedingungen<sup>1</sup> durchgeführt<sup>2</sup>. Es wurden auffällige Konzentrationen an Naphthalinen und weiteren Teerölinhaltsstoffen nachgewiesen. In einem der untersuchten Klassenräume im Pavillon 1 wurde der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen überschritten. Im März 2015 wurden Messungen in jeweils zwei Räumen der Pavillons 1 und 2 unter Nutzungsbedingungen<sup>3</sup> durchgeführt<sup>4</sup>. Naphthaline und Teerölinhaltstoffe wurden in allen untersuchten Räumen nachgewiesen. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen sowie der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für Naphthalin wurden in den Räumen P2/Kindergarten sowie P2/23 überschritten. In den untersuchten Räumen P1/15 und P1/16 lagen die Konzentrationen gerade im Bereich dieser Richtwerte bzw. knapp

---

<sup>1</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumlufmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen die Messungen i.d.R. unter Standardbedingungen. Entsprechend der ISO Norm 16000-2 und 16000-5 muss der zu messende Raum 15 Minuten intensiv gelüftet werden und danach etwa 8 Stunden bis zum Ende der Messung geschlossen bleiben.

<sup>2</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-01, Zürich 2015

<sup>3</sup> Gemessen wurde jeweils eine Stunde nach der letzten Querlüftung.

<sup>4</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2015-2967-02, Zürich 2015

## 6. Untersuchungsbericht 2967-09

darunter. Im Juli 2015 wurde im Rahmen eines Gebäudechecks zur Identifikation schadstoffhaltiger Baumaterialien<sup>5</sup> ermittelt, dass im Zwischenboden eine PAK<sup>6</sup>-haltige Spreuschüttung vorhanden ist. Dieses Material ist als Quelle der beschriebenen Schadstoffe in der Raumluft anzusehen. Im Oktober 2016 wurde die Raumluft erneut unter Nutzungsbedingungen untersucht<sup>7</sup>. Die Konzentrationen im Oktober 2016 im Pavillon 2 waren praktisch identisch bzw. sogar höher ausgefallen als im März 2015. Im Pavillon 1 waren die Konzentrationen im Oktober 2016 deutlich tiefer ausgefallen als im März 2015, was jedoch zumindest teilweise mit den Messbedingungen begründet wurde.

Darauf wurde in den Räumen Aktivkohlefilter installiert, was die Geruchsproblematik nicht verbesserte. Nach Austausch der Aktivkohlefilter mit 3-stufigen Luftreinigungsgeräte der Fa. Swiss Ion GmbH zur Geruchsneutralisation hat sich nach Aussage des Auftraggebers die Geruchsproblematik deutlich verbessert. Bei den Luftreinigern handelt es sich um Geräte mit einem Ionisator mit Hochspannungskoronarentladung.

Nach weiteren Kontrollmessungen durch die Fa. BUC- Bau und Umweltchemie AG im April 2018<sup>8</sup> wurde festgestellt, dass der Einsatz der Lüftungsgeräte keine messbare Verbesserung der Raumlufthygiene herbeigeführt hat. Die Konzentrationen an Naphthalinen und Teerölinhaltsstoffen sind höher oder gleich hoch ausgefallen als im Oktober 2016. Nach wie vor überschritten die Konzentrationen an Naphthalinen und Teerölinhaltsstoffen die gesundheitlichen Eingreifwerte (Pavillon 2) resp. Vorsorgewerte (Pavillon 1).

Im Mai/Juni 2018<sup>9</sup> wurde die Raumluft aller im Schulbetrieb benutzen Räume gemessen. Aufgrund der Messergebnisse wurde empfohlen die Räumlichkeiten im Pavillon 2, in welchem die Eingreifwerte an allen Messpunkten überschritten wurden, nicht mehr zu benutzen.

In den Räumlichkeiten im Pavillon 1 ist anhand der Messergebnisse eine tiefere Teerölinhaltsstoff-Belastung als im Pavillon 2 vorhanden. Um den Schulbetrieb im

---

<sup>5</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2015-2967-03, Zürich 2015

Untersucht wurde der Zwischenboden des Schulzimmers Nr. 16 im OG des Pavillon 2

<sup>6</sup> PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

<sup>7</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2016-2967-04.1\_korr, Zürich 2016

<sup>8</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2018-2967-06, Zürich 2018

<sup>9</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2018-2967-07, Zürich 2018

## 6. Untersuchungsbericht 2967-09

Pavillon 1 weiterzuführen wird empfohlen, eine Lüftungsanlage mit möglichst hohem Luftwechsel einzubauen. Alternativ wurde empfohlen, die Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft mit dem Einsatz von Luftreinigungsgeräten mit Aktivkohlefilter zu reduzieren. Da der Einbau einer Lüftungsanlage kurzfristig nicht durchführbar war, wurde die Effektivität verschiedener Luftreinigungsgeräte mit Aktivkohlefilter mittels vergleichender Messungen überprüft<sup>10</sup>. Dabei wurde das Gerät „Cleanzone SLS“ der Firma IQAir als das geeignetste Gerät zum Einsatz während des Schulbetriebes empfohlen, aufgrund des höchsten schadstoffmindernden Effektes, des höchsten Luftstromes und der tiefsten akustischen Belastung unter den drei getesteten Geräten. Die Schadstoffkonzentrationen in der Raumluft konnten nach einer Betriebsdauer von fünf Stunden messbar um 69% bzw. 70% reduziert werden. Die Raumluftkonzentrationen in den Zimmern im Pavillon 2 konnten jedoch nicht unter die gesundheitlichen Eingreifwerte gesenkt werden. Um den Schulbetrieb in den anderen Räumlichkeiten weiterzuführen wurde in allen Zimmern Geräte des Typs „Cleanzone SLS“ installiert, welche im Dauerbetrieb eingeschaltet sind.

---

<sup>10</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2018-2967-08, Zürich 2018

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### Auftrag

Die Fa. BUC Bau und Umweltchemie AG wurde beauftragt, Raumluftmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) in drei Räumen im Pavillon 1 sowie in der Aula und im Betreuungsgebäude durchzuführen und die Ergebnisse zu vergleichen sowie gesundheitlich zu bewerten.

### Messpunkte

Die untersuchten Messpunkte sind in Tab. 1. zusammengestellt.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Messungen

Bereich	Parameter	Betreuung OG	Aula	P1/11	P1/17	P1/18
Chemie	Flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft	x	x	x	x	x

### Mess- und Randbedingungen

Die chemischen Luftanalysen erfolgten mittels aktiver Probenahme - beschrieben im Anhang – unter Nutzungsbedingungen<sup>11</sup> an den untersuchten Messpunkten. Die Raumlufttemperaturen und die relativen Luftfeuchtigkeiten an den Messpunkten sind in Tab. 2 des folgenden Kapitels 3 aufgeführt.

Während der vorliegenden Messungen war in allen Räumen jeweils ein Luftreinigungsgerät „Cleanzone SLS“ der Firma IQAir installiert. In der Aula waren aufgrund der Raumgrösse zwei Geräte installiert. Die Geräte waren während der Messung, wie während des Schulbetriebes, eingeschaltet.

---

<sup>11</sup> Vor der Messung wurde durch fünfzehnminütiges Öffnen von Türen und Fenstern intensiv gelüftet. Türen und Fenster wurden anschliessend wieder geschlossen und nach einer Wartezeit von einer Stunde wurde die Luftprobe genommen.

### 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION CHEMIE-ANALYSE

#### Ergebnisse

Tab. 2 zeigt den TVOC-Wert (Total Volatile Organic Compounds) und eine Zusammenstellung aller chemischen Verbindungen bzw. ihrer Summen, die in einer relevanten Konzentration nachgewiesen wurden. Zusätzlich sind die Konzentrationen der Naphthaline und Teerölinhaltstoffe angegeben. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richtwerten<sup>12</sup> oder statistisch erhobenen Raumlufkonzentrationen<sup>13,14,15</sup> - in niedrigen Konzentrationen vorhanden und werden nicht weiter bewertet. Zum Vergleich sind die im Mai 2018 unter Standardbedingungen gemessenen Werte aufgeführt (grau hinterlegt).

---

<sup>12</sup> Pluschke P., Luftschadstoffe in Innenräumen, Springer-Verlag, Berlin, 1996

<sup>13</sup> DIWODAT, Interne Datenbank der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, Stand Juli 2015

<sup>14</sup> Umweltbundesamt, Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluf, WaBoLu-Heft 05 08, 2007

<sup>15</sup> H.-D. Neumann, UK NRW (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen), Gesunde Luft in Schulen, 2013

6. Untersuchungsbericht 2967-09

Tab. 2: Chemische Verbindungen, die in einer relevanten Konzentration auftreten

Messpunkte		Betreuung OG		Aula		P1/11		P1/17		P1/18	
		Mai 2018	April 2019	Mai 2018	April 2019	Mai 2018	April 2019	Mai 2018	April 2019	Mai 2018	April 2019
Messdatum											
Temperatur [ °C]		25.4	20.0	25.1	20.4	24.7	19.4	23.8	19.9	24.1	19.4
rel. Luftfeuchte [%]		53.7	42.0	54.8	40.6	48.6	40.1	53.1	39.8	52.7	38.6
Verbindung	CAS Nr.	[µg/m³]									
TVOC	-	485	6	122	n.n.	498	n.n.	655	30	548	39
Summe Teerölinhaltstoffe / Naphthaline	-	91	6	67	n.n.	158	n.n.	122	n.n.	92	2
Summe Naphthaline	-	75	6	41	n.n.	90	n.n.	71	n.n.	45	2
Naphthalin	91-20-3	35	3	19	n.n.	42	n.n.	31	n.n.	17	n.n.

n.n. = nicht nachweisbar

■ Keine Richtwerte überschritten    
 ■ Vorsorgewert überschritten    
 ■ Eingreifwert überschritten

### **Gesamtsituation (TVOC) – Interpretation**

Der gemessene Gehalt an Lösemitteln in der Raumluft, die sogenannte TVOC-Konzentration, liegt an den Messpunkten zwischen einem nicht nachweisbaren Bereich bis  $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vgl. Tab. 2). Diese Konzentrationen können als sehr niedrig bewertet werden.

Üblicherweise werden in Wohnungen und Klassenzimmern Werte zwischen 250 und  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Für einen beschwerdefreien Aufenthalt soll auf Dauer ein TVOC-Wert im Bereich von 1'000 bis  $3'000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden. Ziel sollte es sein, zur Sicherung raumlufthygienischer (keine toxikologische Begründung) und angenehmer Raumluftverhältnisse<sup>16</sup> in Innenräumen im langzeitigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

### **Summe Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline – Interpretation**

Die gemessene Summenkonzentration der flüchtigen Teerölinhaltsstoffe liegt an den Messpunkten zwischen einem nicht nachweisbaren Bereich bis  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline besteht ein vorläufiger Eingreifwert<sup>17</sup> von  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein vorsorglicher Richtwert von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin liegt bei  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , der gesundheitliche Vorsorgewert, welcher ebenfalls dem empfohlenen WHO-Jahresmittelwert<sup>18</sup> entspricht, liegt bei  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Die gesundheitlichen Vorsorgewerte werden sowohl bezüglich Summenkonzentration als auch der Einzelverbindung Naphthalin an allen Messpunkten unterschritten.

---

<sup>16</sup> Seifert B., Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert), Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42, S. 270-278, 1999

<sup>17</sup> Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt 56(10): 1448-1459, 2013

<sup>18</sup> World Health Organization, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected Pollutants, Dezember 2010

## **4. SCHLUSSFOLGERUNGEN / EMPFEHLUNGEN**

### **4.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN**

In drei Räumen im Pavillon 1 sowie in der Aula und im Betreuungsgebäude wurde die Raumluft auf flüchtige organische Verbindungen (VOC), inkl. Naphthaline und Teerölinhaltstoffe untersucht. Dabei wurden sehr tiefe VOC-Konzentrationen, sowohl bezüglich der Summe (TVOC) als auch Einzelverbindungen gemessen. Die gesundheitlichen Vorsorgewerte für Naphthalin und die Summenkonzentration an Teerölinhaltstoffen wurden allen Messpunkten unterschritten. Die getroffenen Massnahmen, d.h. die Installation der Luftreinigungsgeräte und häufiges stosslüften, lassen sich folglich als effektiv bewerten. Die deutlich tieferen Temperaturen während den vorliegenden Messungen im Vergleich zu den letzten Messungen im Mai 2018 haben wahrscheinlich ebenfalls einen reduzierenden Effekt auf die VOC-Konzentrationen.

Aufgrund der Messergebnisse kann der Schulbetrieb mit den getroffenen Massnahmen weitergeführt werden.

### **4.2 EMPFEHLUNGEN**

Mit den vorliegenden Messergebnissen kann der Schulbetrieb mit den getroffenen Massnahmen weitergeführt werden.

## 5. FOTODOKUMENTATION



Abb. 1: Aula, Raumlufmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 2: Pavillon 1, Raum 11, Raumlufmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 3: Betreuung OG, Raumlufmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 4: Pavillon 1, Raum 17, Raumlufmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 5: Pavillon 1, Raum 17, Raumlufmessung auf flüchtige org. Verb.

## 6. ANHANG PROBENAHE CHEMIE

### Flüchtige organische Verbindungen – Tenax

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV VOC LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-5 und ISO 16000-6 abstützt. Die Volumenströme der Probenahmegeräte werden normiert auf Standardbedingungen (20 °C, 1013.25 mbar). Die Anreicherung erfolgte an TENAX TA mit anschliessender GC/MS Auswertung.

Der Summenparameter für flüchtige organische Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) wird gemäss ISO 16000-6 bestimmt und umfasst alle auf TENAX eluierbaren und identifizierten Stoffe im Retentionszeitbereich zwischen n-Hexan und n-Eicosan und oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen von 10 µg/m<sup>3</sup>. Die Bestimmungsgrenze für chlorierte Verbindungen sowie Acetophenon beträgt 5 µg/m<sup>3</sup>, für Naphthalin und Benzol 2 µg/m<sup>3</sup>. Die nicht identifizierten Signale werden oberhalb von 10 µg/m<sup>3</sup> bei der Summenberechnung des TVOC berücksichtigt.

Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.

# UNTERSUCHUNGSBERICHT

---

—  
— SCHULHAUS GRENZHOF  
— LUZERNSTRASSE 7  
— CH-6014 LUZERN



Bau- und Umweltchemie  
Beratungen und Messungen AG

Wasserwerkstrasse 129  
8037 Zürich  
T. +41 (0)44 440 72 11  
F. +41 (0)44 440 72 13

Gerechtigkeitsgasse 80  
3011 Bern  
T. +41 (0)31 550 49 50  
F. +41 (0)31 550 49 51

Postkonto 80-76931-5  
CHE-109.554.251 MWST.

buc@raumlufthygiene.ch  
www.raumlufthygiene.ch

AUFTRAGGEBER Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern  
OBJEKT Schulhaus Grenzhof, Luzern  
PROJEKTNUMMER 2015-2967-03  
KUNDENREFERENZ I:\DAT\PROMESS\2015\luzernstr. 7 (sh grenzhof), luzern\gebäudecheck 2967-03.docx  
PROJEKTLEITER Adrian Wäckerlin  
AUFTRAG VOM 30. Juni 2015  
AUSFÜHRUNG DER ABKLÄRUNGEN: 14. / 21. Juli 2015  
QUALITÄTSSICHERUNG: hk  
ANZAHL SEITEN BERICHT: 27

Zürich, 11. August 2015

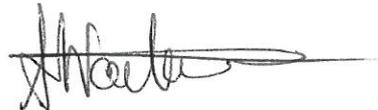
BAU- UND UMWELTCHEMIE

Beratungen + Messungen AG



Barbara Jehle

Geschäftsführerin



Adrian Wäckerlin

Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden. Die auf dem Internet publizierten Allgemeinen Geschäftsbedingungen der *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG* sind integrierender Bestandteil dieses Berichts ([www.raumlufthygiene.ch](http://www.raumlufthygiene.ch) -> AGB).

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1. Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2. Untersuchungen</b>	<b>5</b>
<b>3. Messergebnisse und Interpretation</b>	<b>6</b>
3.1 Asbest im Material	6
3.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Material	8
3.3 Chlorparaffine (CP) im Material	9
3.4 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Material	10
3.5 Biozide im Material	11
3.6 Schwermetalle im Material	12
<b>4. Schlussfolgerungen / Sanierungsempfehlungen</b>	<b>13</b>
4.1 Asbest im Material	13
4.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Material	14
4.3 Chlorparaffine (CP) im Material	14
4.4 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Material	14
4.5 Biozide im Material	14
4.6 Schwermetalle im Material	15
<b>5. Fotodokumentation</b>	<b>16</b>
<b>6. Anhang I Probenahme</b>	<b>23</b>
6.1 Asbest im Material	23
6.2 Polychlorierte Biphenyle (PCB) im Material	23
6.3 Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) im Material	23
6.4 Chlorparaffine (CP) im Material	23
6.5 Biozide im Material	23
<b>7. Anhang II - Zusammenfassung schadstoffhaltiger Materialien</b>	<b>24</b>

## 1. AUSGANGSLAGE

### OBJEKT

Die Schulanlage Grenzhof besteht aus Pavillon 1, Pavillon 2, einem Nebengebäude mit Kinderbetreuung und einer Turnhalle. Die Anlage wurde vermutlich in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt. Die Pavillons weisen jeweils ein Erdgeschoss (EG), ein Obergeschoss (OG) sowie ein Untergeschoss (UG) auf. Während sich in den Obergeschossen mehrheitlich Klassenzimmer befinden, weisen die Erdgeschosse meist Büros der Schulleitung, Toiletten, Küchen oder Materialräume auf. Im Untergeschoss des Pavillon 1 sind Werkräume sowie Musik-Proberäume untergebracht, im UG des Pavillons 2 befinden sich Musik-Proberäume sowie Lagerräume von Vereinen. Das Nebengebäude der Kinderbetreuung weist ebenfalls ein EG, ein UG und ein OG auf. Im EG und OG befinden sich die Räumlichkeiten der Kindertagesstätte mit Toiletten und Küchen, im UG sind die zentrale Heizungsanlage, Technikräume sowie Musik-Proberäume und Vereinslokalitäten untergebracht.

### BISHER DURCHGEFÜHRTE UNTERSUCHUNGEN/MASSNAHMEN

Im Januar 2015 wurden Raumlufmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Aldehyde, Staubmessungen auf Flammschutzmittel, Weichmacher und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie exemplarische Raumlufmessungen auf Keime durch die Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG durchgeführt<sup>1</sup>. Aufgrund der Resultate wurden im März 2015 Nachmessungen ebenfalls durch die Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG durchgeführt<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, 1. Untersuchungsbericht 2014-2967-01, Zürich 2015

<sup>2</sup> BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, 2. Untersuchungsbericht 2015-2967-02, Zürich 2015

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### AUFTRAG

Die Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG wurde beauftragt, gemäss Offerte vom 30. Juni 2015 einen Gebäudecheck zur Identifikation schadstoffhaltiger Bauprodukte wie Asbest, polychlorierter Biphenyle (PCB), polyzyklischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) sowie Bioziden (PCP, Lindan etc.) durchzuführen.

### MESSPUNKTE

Während der Begehung der Gebäude wurden von potentiell schadstoffbelasteten Materialien Proben zur analytischen Untersuchung entnommen. Die Lage und Art aller entnommenen Proben mit den Referenz-Nummern (Ref.-Nr.) sowie die Analysenresultate respektive Einstufungen sind im Kap. 3 in den jeweiligen Unterkapiteln zu den Schadstoffparametern dokumentiert.

Zur besseren Übersicht sind die positiven Ergebnisse aus den Untersuchungen in Kap. 7 zusammengefasst.

### MESS- UND RANDBEDINGUNGEN

In den Gebäuden wurde eine systematische Begehung durchgeführt. Aufgrund der fehlenden Zugänglichkeit konnten jedoch nicht alle Räume begangen werden. Hierzu zählen Kellerabteile im UG des Pavillons 2 sowie Räume im Nebengebäude. Die Materialprobenahmen erfolgten gemäss den Arbeitsvorschriften, beschrieben im Anhang I.

## 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION

### 3.1 ASBEST IM MATERIAL

#### ERGEBNISSE

Die Ergebnisse der Materialuntersuchungen auf Asbest sind in Tab. 1 dargestellt.

Tab. 1: Ergebnisse der Materialuntersuchungen auf Asbest

Ref.-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	Analysenergebnis*	Abb.
<b>Pavillon 1</b>				
03-01	UG, Raum 1A	Kleber Keramikwandplatten, weiss	Organische Fasern	1
03-02	UG, SR/Proberaum	Mörtel Rohrisolierung	Organische Fasern	2
-	UG, SR/Technikraum	Abwasserrohre	Einstufung Asbestzement	3
03-05	EG, WC	Kleber Sockelplatten, schwarz	Organische Fasern	4
0306	EG, WC	Kitt im Glasanschluss	Negativ, keine Fasern	5
03-07	EG, WC	Kleber Keramikwandplatten, weiss	Organische Fasern	6
03-08	Küche	Kleber Keramikwandplatten, marmoriert	Negativ, keine Fasern	7
03-11	EG/OG, Mischprobe	Wandputz	Negativ, keine Fasern	8
03-12	OG, Decke	Deckenelement	Organische Fasern	9
-	UG	Diverse Futterrohre Lüftung	Einstufung Asbestzement	24
<b>Pavillon 2</b>				
03-28	UG, SR/Proberaum	Mörtel Rohrisolierung	Organische Fasern	17
03-29	EG/OG, WC, Mischprobe	Kleber Keramikwandplatten, weiss	Organische Fasern	18
03-30	EG/OG, Mischprobe	Wandputz	Negativ, keine Fasern	19
03-32	EG, WC	Kleber Sockelplatten, schwarz	Organische Fasern	20
03-34	Dach	Stellriemen	Organische Fasern	37

Ref.-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	Analysenergebnis*	Abb.
<b>Pavillon 2</b>				
-	UG	Diverse Futterrohre Lüftung	Einstufung Asbestzement	25
<b>Nebengebäude</b>				
03-15	UG, Türe Heizungsraum-Schacht	Kitt im Türanschluss	Chrysotilasbest 1-15%	10
03-16	UG, Heizungsraum, Waschbecken	Mörtel Rohrisolierung	Organische Fasern	11
03-17	UG, Flur, Heizungsanlage	Mörtel Rohrisolierung	Organische Fasern	12
03-20	UG, Waschküche	Kitt im Glasanschluss	Negativ, keine Fasern	13
03-22	OG, Küche	Kleber Keramikwandplatten, beige	Organische Fasern	14
03-24	EG, Hintereingang	Kitt im Fensteranschluss	Negativ, keine Fasern	35
03-25	EG, Waschbecken Flur	Kleber Keramikwandplatten, weiss	Organische Fasern	15
03-26	EG/OG, Mischprobe	Wandputz	Negativ, keine Fasern	16
-	UG	Diverse Abwasserrohre	Einstufung Asbestzement	21-22
-	UG, Verbindungskanal zu Pavillon 1	Kabelkanal	Einstufung Asbestzement	23
-	UG	Diverse Futterrohre Lüftung	Einstufung Asbestzement	26
<b>Turnhalle</b>				
03-33	Haupteingang	Kitt im Glasanschluss	Chrysotilasbest**	36
03-35	UG, Herrenkabine	Kleber Boden	Negativ, keine Fasern	38
03-36	UG, Herrenkabine	Kitt im Glasanschluss	Negativ, keine Fasern	39
03-37	EG, Halle	PVC-Bodenbelag	Negativ, keine Fasern	40

\*Massenprozent

\*\*Massengehalt lässt sich aufgrund der organischen Matrix nicht bestimmen

#### ASBEST – INTERPRETATION

In Tab. 1 sind die Ergebnisse der Asbestuntersuchungen dargestellt. Dabei sind sowohl die asbesthaltigen Materialproben gemäss Analyse als auch die als asbesthaltig eingestuftes Materialien farblich hinterlegt. Bei baugleichen Elementen kann in allen Gebäuden mit denselben

Ergebnissen gerechnet werden. Die Farben sind so gewählt, dass eine Zuordnung gemäss der Dringlichkeit von Sanierungsmassnahmen<sup>3</sup> für das Material erkennbar ist: **Dringlichkeitsstufe I**<sup>4</sup>, **Dringlichkeitsstufe II**<sup>5</sup> und **Dringlichkeitsstufe III**<sup>6</sup>. Für asbesthaltige Materialien im Aussenbereich kann nach diesem Schema **keine Zuordnung**<sup>7</sup> vorgenommen werden.

Die Asbestzementprodukte (Eternit) sind im unbeschädigten Zustand entsprechend dem Bundesamt für Gesundheit (BAG) als risikoarm anzusehen. Erst bei Beschädigungen oder mechanischem Bearbeiten ist mit einer Faserfreisetzung zu rechnen.

### 3.2 POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCB) IM MATERIAL

#### ERGEBNISSE

In der folgenden Tab. 2 sind die PCB-Resultate der untersuchten Materialien zusammengestellt.

Tab. 2: Ergebnisse der Materialuntersuchungen auf PCB

Ref.-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	PCB-Gehalt* mg/kg	Abb.
<b>Pavillon 1</b>				
03-03	UG, Flur / SR	Bodenanstrich, grau	n.e.	27
<b>Nebengebäude</b>				
03-13	UG, Flur	Bodenanstrich, hellgrün	n.e.	28
03-14	UG, Heizungsraum	Bodenanstrich, dunkelgrün	n.e.	29
03-19	UG, Öltank	Anstrich Öltank, schwarz	134	30
03-23	OG, Terrasse	Fugendichtungsmasse (FDM)	n.e.	31

\*Berechnung nach DIN 51527; Summe Indikator-Kongenere multipliziert mit Faktor 5

n.e.: nicht ermittelbar; Nachweisgrenze der Indikator-Kongenere unterhalb der Nachweisgrenze von 0.1 mg/kg

<sup>3</sup> Forum Asbest Schweiz FACH, Asbest in Innenräumen Dringlichkeit von Massnahmen, 2008

<sup>4</sup> **Dringlichkeitsstufe I**: Sanierung umgehend einleiten, evtl. temporäre Massnahmen/Sofortmassnahmen ergreifen und evtl. Raumluftmessungen

<sup>5</sup> **Dringlichkeitsstufe II**: Eine Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neu beurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen oder spätestens nach 2 – 5 Jahren durchzuführen

<sup>6</sup> **Dringlichkeitsstufe III**: Eine Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neu beurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen

<sup>7</sup> **keine Zuordnung** in die Dringlichkeit für Massnahmen möglich

## PCB IM MATERIAL – INTERPRETATION

Die untersuchten Materialproben enthalten PCB-Gehalte kleiner der Nachweisgrenze bis 134 mg/kg. Aus der Konzentration von 134 mg/kg PCB ist eine entsorgungsrelevante Belastung für die Probe abzuleiten. Diese ist farblich hinterlegt (Tab. 2).

Nach der BUWAL Richtlinie „PCB-haltige Fugendichtungsmassen“<sup>8</sup> müssen bei allen Abfällen, die einen PCB-Anteil > 50 mg/kg aufweisen, besondere Regeln beim Entfernen und Entsorgen beachtet werden.

### 3.3 CHLORPARAFFINE (CP) IM MATERIAL

#### ERGEBNISSE

In der folgenden Tab. 3 ist der CP-Gehalt des untersuchten Materials aufgeführt.

Tab. 3: Ergebnis der Materialuntersuchung auf CP

Ref.-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	CP-Gehalt*	Abb.
			mg/kg	
<b>Pavillon 2</b>				
03-27	UG	Bodenanstrich, grau	n.n.	32

\*C10-20

n.n.: nicht nachweisbar; weniger als Bestimmungsgrenze (100 mg/kg)

## CP IM MATERIAL – INTERPRETATION

Der Gehalt an Chlorparaffinen der Chlorierungsgrade C10-20 in der untersuchten Materialprobe ist kleiner der Nachweisgrenze (<100 mg/kg).

Aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften sind CP als umweltgefährdende Stoffe mit polychlorierten Biphenylen (PCB) vergleichbar. Nach der BUWAL Richtlinie „PCB-haltige Fugendichtungsmassen“<sup>9</sup> müssen bei allen Abfällen die einen PCB-Anteil > 50 mg/kg aufweisen, besondere Regeln beim Entfernen und Entsorgen beachtet werden. Im richtigen Umgang mit den CP ist Bezug auf diese Richtlinie zu nehmen, wie in einzelnen Kantonen gefordert wird.

<sup>8</sup> Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Richtlinie PCB-haltige Fugendichtungsmassen, Bern, 2003

<sup>9</sup> Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL), Richtlinie PCB-haltige Fugendichtungsmassen, Bern, 2003

### 3.4 POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK) IM MATERIAL

#### ERGEBNISSE

Tab. 4 zeigt den PAK-Gehalt des untersuchten Materials

Tab. 4: Ergebnis der Materialuntersuchung auf PAK

Ref.- Nr.	Probenahmeort	Probematerial	PAK-Gehalt nach EPA*	Naphtalin	Ben- zo[a]pyren	Abb.
			mg/kg	mg/kg	mg/kg	

#### Pavillon 2

03-10	OG, Raum Nr. 16	Bodenfüllung, Spreu	9'916	5.3	430	33
-------	-----------------	---------------------	-------	-----	-----	----

\*16 Einzelverbindungen, die nach der US Bundesumweltbehörde Environmental Protection Agency untersucht werden

#### PAK IM MATERIAL – INTERPRETATION

Das beprobte Material weist einen PAK-Gehalt von 9'916 mg/kg und einen Benzo[a]pyren-Gehalt von 430 mg/kg auf. Mit Bezug auf die vorangegangenen Raumluftmessungen der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG<sup>1,2</sup> ist zudem der Naphtalin-Gehalt von 5.3 mg/kg zu erwähnen. Die relevanten Belastungen sind farblich hinterlegt (Tab. 4).

Für eine Ablagerung auf Inertstoffdeponien dürfen der PAK-Gehalt 25 mg/kg bzw. der Benzo[a]pyren-Gehalt 3 mg/kg<sup>10</sup> nicht überschreiten, für Reaktordeponien gelten Grenzwerte von 250 mg/kg für den PAK-Gehalt respektive 10 mg/kg für Benzo-[a]-pyren.

<sup>10</sup> Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10. Dezember 1990 (Stand am 1. Juli 2011)

### 3.5 BIOZIDE IM MATERIAL

#### ERGEBNISSE

Tab. 5 zeigt den Biozid-Gehalt des untersuchten Materials.

Tab. 5: Ergebnisse der Materialuntersuchungen auf Biozide

Ref.-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	Biozid-Verbindung CAS-Nr.	Konzentration mg/kg	Abb.
<b>Pavillon 2</b>					
03-09	OG, Raum Nr. 16	Holzanstrich, Täfer	Pentachlorphenol PCP 87-86-5	56	34

#### PENTACHLORPHENOL (PCP) – INTERPRETATION

In der analysierten Materialprobe wurde eine Konzentration an PCP und dessen Metaboliten von 56 mg/kg gemessen.

Unterhalb einer PCP-Konzentration von 5 mg/kg gilt Holz als unbehandelt<sup>11</sup>. Mit PCP behandelte Hölzer weisen Konzentrationen von mehr als 50 mg/kg auf.

Die vorgefundene Konzentration zeigt auf, dass das analysierte Material wahrscheinlich mit PCP behandelt wurde. Pentachlorphenol ist ein Bakterizid und Fungizid mit ausgeprägter giftiger Wirkung für Mikroorganismen.

<sup>11</sup> Landesamt für Gesundheit und Soziales Mecklenburg-Vorpommern, DDT und Lindan in Innenräumen, Informationsblatt Hylotox 59, 2005

### **3.6 SCHWERMETALLE IM MATERIAL**

#### **ERGEBNISSE**

In Bezug auf die Belastung mit Schwermetallen konnten lediglich ältere verbaute Elektroröhre aus Blei und zum Teil die Sicherungsanlagen im Nebengebäude (UG) ermittelt werden.

#### **SCHWERMETALLE – INTERPRETATION**

Von den oben genannten, mit Schwermetall belasteten Produkten kann in diesem Falle keine unmittelbare Gesundheitsgefährdung hergeleitet werden. Werden die älteren Elektroanlagen erneuert oder entsorgt, sind die zum Schutz der Gesundheit notwendigen Massnahmen zu treffen und die entsorgungsrelevanten Vorschriften einzuhalten (Technische Verordnung über Abfälle)<sup>10</sup>.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN / SANIERUNGSEMPFEHLUNGEN

### 4.1 ASBEST IM MATERIAL

In den Gebäuden wurden verschiedene asbesthaltige Materialien identifiziert. Eine Auflistung dieser Materialien ist in Tab. 6 (Kap. 7, Anhang II) ausführlich mit der Einstufung in die Dringlichkeitsstufen für die Sanierungsmassnahmen wiedergegeben.

Nachhaltig sinnvoll ist die Sanierung durch Entfernung aller asbesthaltigen Materialien aus den Gebäuden. Werden an den Produkten mit der Einstufung in die Dringlichkeitsstufe II<sup>12</sup> und III<sup>13</sup> bei Instandsetzungs- oder Renovationsmassnahmen Arbeiten notwendig, sind diese unter Beachtung der Arbeitsschutzbestimmungen von EKAS und SUVA durchzuführen<sup>14,15,16,17,18,19</sup>. Für die Asbestzementprodukte kann grundsätzlich bei zerstörungsfreien Arbeiten der Ausbau von Fachbetrieben vorgenommen werden. Asbesthaltige Materialien sind gemäss den geltenden Entsorgungsvorschriften, den Vorschriften der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) und der Technischen Verordnung über Abfälle (TVA) sowie den kantonalen Bestimmungen zu transportieren und zu entsorgen.

Arbeiten an den asbesthaltigen Materialien sind der zuständigen Behörde sowie der SUVA mitzuteilen.

Der Verbleib asbesthaltiger Materialien im Gebäude ist mit den Zuordnungen in die Dringlichkeitsstufen für Sanierungsmassnahmen in den Gebäudeakten zu dokumentieren und den Gebäudeverantwortlichen mitzuteilen.

<sup>12</sup> **Dringlichkeitsstufe II:** Eine Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen oder spätestens nach 2 – 5 Jahren durchzuführen

<sup>13</sup> **Dringlichkeitsstufe III:** Eine Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen

<sup>14</sup> Eidgenössische Koordinationskommission für Arbeitssicherheit (EKAS), Asbest, EKAS-Richtlinie 6503, Luzern, 2008

<sup>15</sup> Schweizerische Unfallversicherung (SUVA), Asbesthaltiger Fensterkitt 1: Überblick, Factsheet 33039

<sup>16</sup> Schweizerische Unfallversicherung (SUVA), Asbesthaltiger Fensterkitt 2: Entfernen mit Stechbeitel oder Spachtel im Freien, Factsheet 33040

<sup>17</sup> Schweizerische Unfallversicherung (SUVA), Asbesthaltiger Fensterkitt 3: Entfernen mit wärmebasiertem Verfahren, Factsheet 33041

<sup>18</sup> Schweizerische Unfallversicherung (SUVA), Asbesthaltiger Fensterkitt 4: Entfernen mit Handmaschinen und Handwerkzeugen, Factsheet 33042

<sup>19</sup> Schweizerische Unfallversicherung (SUVA), Asbesthaltiger Fensterkitt 5: Ausglasen von Fenstern bei Rückbauarbeiten im Freien, Factsheet 33043

#### **4.2 POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCB) IM MATERIAL**

Von den untersuchten Materialien ist der schwarze Anstrich der Öltanks im UG des Nebengebäudes (Referenz-Nr. 03-19) primär mit PCB belastet. Werden die Tanks im Rahmen von Renovationsmassnahmen erneuert oder aus dem Gebäude entfernt, sind diese unter Beachtung der Regeln zum Schutz der Arbeiter, Dritten und der Umwelt zu sanieren sowie nach abfallrechtlichen Bestimmungen sachgerecht zu transportieren und entsorgen<sup>20,21</sup>. Für das Entfernen der PCB-haltigen Anstriche, inklusive Reinigungsarbeiten, sind Firmen zu beauftragen, die über das qualifizierte Fachpersonal und die erforderliche Ausrüstung verfügen. Von den PCB-haltigen Materialien sind aufgrund von Lage und Nutzung keine relevanten Raumluft-Belastungen zu erwarten.

#### **4.3 CHLORPARAFFINE (CP) IM MATERIAL**

Der untersuchte Bodenanstich weist hinsichtlich der Chlorparaffine keine positiven Werte auf. Es ist in Bezug auf die CP kein Handlungsbedarf angezeigt.

#### **4.4 POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK) IM MATERIAL**

Gemäss der Analyse sind im Zwischenboden des Schulzimmers Nr. 16 im OG des Pavillon 2 (Referenz-Nr. 03-10) entsorgungsrelevante PAK-Konzentrationen vorhanden. Werden Arbeiten am PAK-haltigen Material geplant, sind zur Vermeidung geruchlicher und gesundheitlicher Belastungen die Arbeiten unter Durchführung von Schutzmassnahmen zur Staubreduzierung und Verwendung persönlicher Schutzausrüstung vorzusehen. Die ausgebauten Materialien sind entsprechend den kantonalen Bestimmungen zum Umgang mit diesen Stoffen deklariert zu transportieren und zu entsorgen. Falls das organische Material separiert werden kann, ist eine Entsorgung bei einer annahmehabenden KVA einzuplanen. Den bereits durchgeführten Raumluftmessungen und den olfaktorischen Wahrnehmungen zufolge, ist in allen Gebäuden der Schulanlage mit vergleichbaren PAK-Belastungen in den Zwischenböden zu rechnen.

#### **4.5 BIOZIDE IM MATERIAL**

Die untersuchte Oberfläche des beprobten Wandtäfers im Schulzimmer Nr. 16 im OG Pavillon 2 (Referenz-Nr. 03-09) ist mit PCP belastet. Ohne weitere Materialanalysen sind entsprechende Materialien in weiteren Schulzimmern als belastet einzustufen. Biozide sollten im Innenraum nicht verwendet werden. Sollten die Täfer im Gebäude verbleiben, geben Raumluft- und Staubuntersuchungen Aufschluss über die Exposition der Raumnutzer. Werden Arbeiten

<sup>20</sup> Technische Verordnung über Abfälle (TVA) vom 10 Dezember 1990, Stand Januar 2010, SR 814.600

<sup>21</sup> Bau- und Umweltschutzdirektion Kanton Basel-Landschaft, Amt für Umweltschutz, Die sachgemässe Entfernung und Entsorgung PCB-haltiger Fugendichtungsmassen und Anstriche, Werkzeuge, Verfahren, Werkzeuge, Wegleitung für die Bau- und Sanierungspraxis, Liestal, 2004

am Material geplant, sind zur Vermeidung gesundheitlicher Belastungen Schutzmassnahmen zur Staubreduzierung wie folgt zu treffen:

- Trennen der Arbeitsstätten von übrigen Gebäudebereichen
- Aufnahme des Staubes mit einem Industriesauger der Filterklasse H
- Verwendung persönlicher Schutzausrüstung

Wird ein Recycling des Materials angestrebt, sind weitere Analysen zur Entsorgung (Entsorgungsanalytik)<sup>22</sup> durchzuführen. Zur Entsorgung und thermischen Verwertung sind geeignete Kehrichtverbrennungsanlagen (KVA) vorzusehen.

#### **4.6 SCHWERMETALLE IM MATERIAL**

Im UG des Nebengebäudes befinden sich diverse alte Elektroinstallationen wie Schalt- bzw. Sicherungsanlagen, bei welchen blei- oder andere schwermetallhaltige Elemente verbaut wurden. Zudem sind mehrere bleihaltige Elektrokabelrohre installiert. Wird beabsichtigt, die Produkte zu überarbeiten, sind die Arbeiten auf jeden Fall unter Schutzmassnahmen (persönliche Schutzausrüstung, Trennen der Arbeitsstätten von übrigen Gebäudebereichen, Aufnahme des Staubes mit einem Industriesauger mindestens der Filterklasse M) durchzuführen<sup>23</sup>. Wird in Rahmen von Sanierungsarbeiten ein Ersatz vorgesehen, ist das schwermetallhaltige Material fachgerecht zu entsorgen.

---

<sup>22</sup> wird ggf. durch Entsorgungsunternehmer durchgeführt

<sup>23</sup> Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS), Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), TRGS 505 Blei, Deutschland 2007

## 5. FOTODOKUMENTATION



Abb. 1: Pavillon 1: UG, Werkraum 1A, Kleber Keramikfliesen, weiss

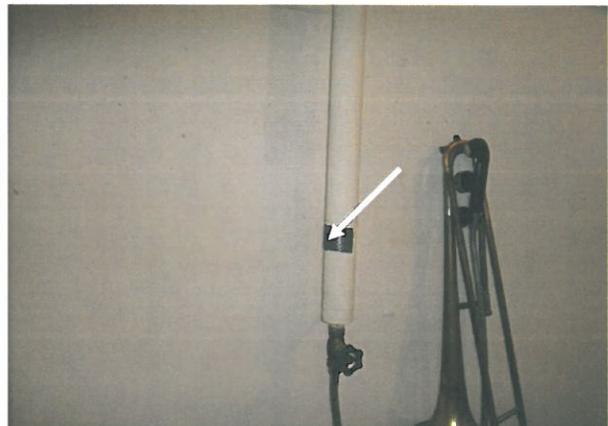


Abb. 2: Pavillon 1: UG, SR/Proberaum, Rohrinsolierung



Abb. 3: Pavillon 1: UG, SR/Technikraum, Abwasserrohrre Asbestzement



Abb. 4: Pavillon 1: WC, Kleber Sockelplatten, schwarz



Abb. 5: Pavillon 1: EG, WC, Kitt im Glasanschluss



Abb. 6: Pavillon 1: EG, WC, Kleber Keramikwandplatten, weiss



Abb. 7: Pavillon 1: EG, Küche, Kleber Keramikwandplatten, marmoriert



Abb. 8: Pavillon 1: EG/OG, Mischprobe Wandputz



Abb. 9: Pavillon 1: OG, Deckenelement



Abb. 10: Nebengebäude, UG, Türe Heizungsraum-Schacht



Abb. 11: Nebengebäude, UG, Heizungsraum, Mörtel Rohrisolierung Waschbecken, grau



Abb. 12: Nebengebäude, UG, Flur, Mörtel Rohrisolierung Heizungsanlage, weiss

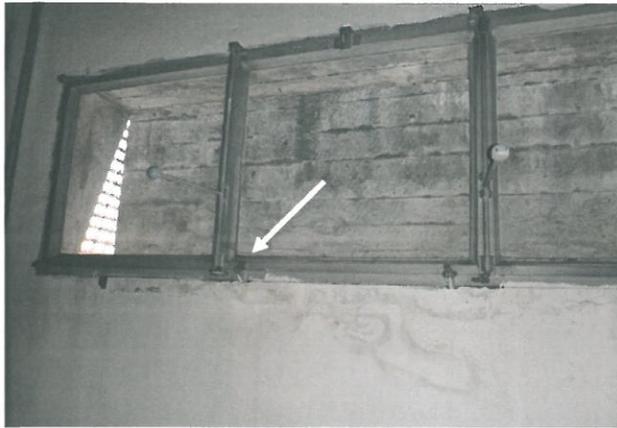


Abb. 13: Nebengebäude: UG, Waschküche, Kitt im Glasanschluss



Abb. 14: Nebengebäude: OG, Küche, Kleber Keramikwandplatten, beige



Abb. 15: Nebengebäude: EG, Waschbecken Flur, Kleber Keramikwandplatten, weiss



Abb. 16: Nebengebäude: EG/OG, Mischprobe Wandputz



Abb. 17: Pavillon 2: UG, SR/Proberaum, Mörtel Rohrisolierung



Abb. 18: Pavillon 2: EG, WC, Kleber Keramikwandplatten, weiss, (Mischprobe mit Kleber WC OG)

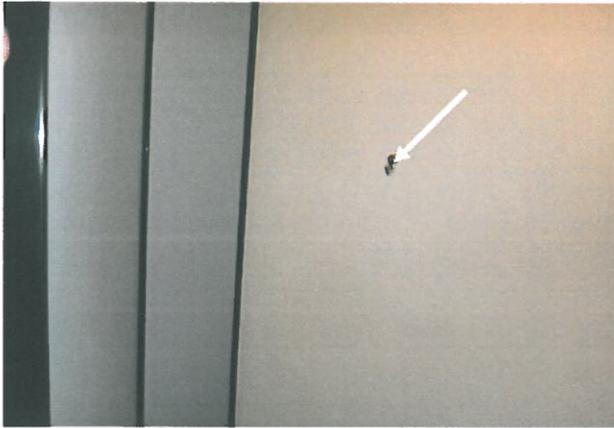


Abb. 19: Pavillon 2: OG, WC, Wandputz (Mischprobe mit WC EG)



Abb. 20: Pavillon 2: EG, WC, Kleber Sockelplatten, schwarz



Abb. 21: Nebengebäude: UG, Abwasserrohre



Abb. 22: Nebengebäude: UG, Abwasserrohre



Abb. 23: Nebengebäude: UG, Verbindungskanal, Kabelkanal



Abb. 24: Pavillon 1: UG, Diverse Futterrohre Lüftung

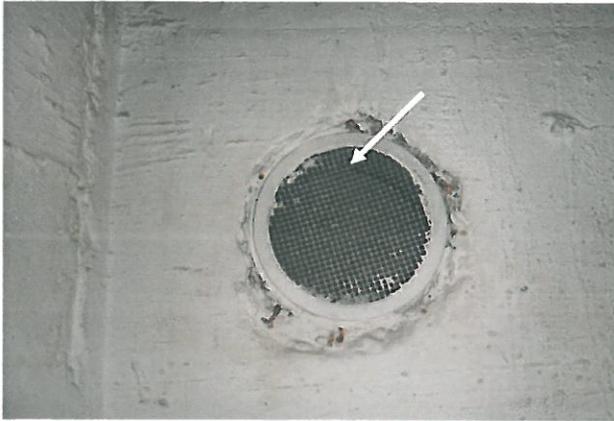


Abb. 25: Pavillon 2: UG, Diverse Futterrohre Lüftung

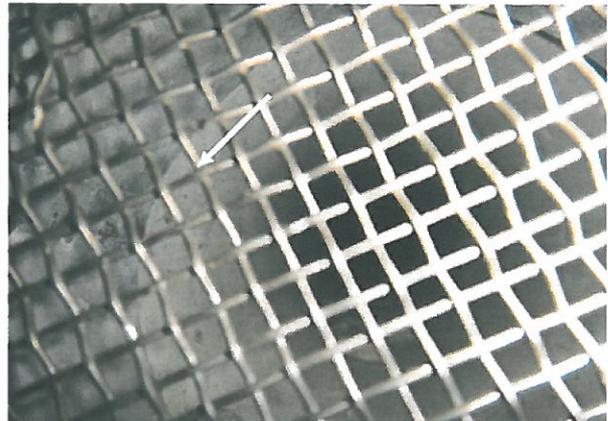


Abb. 26: Nebengebäude: UG, Diverse Futterrohre Lüftung



Abb. 27: Pavillon 1: UG, Flur Bodenanstich, grau (Mischprobe mit Bodenanstich SR)

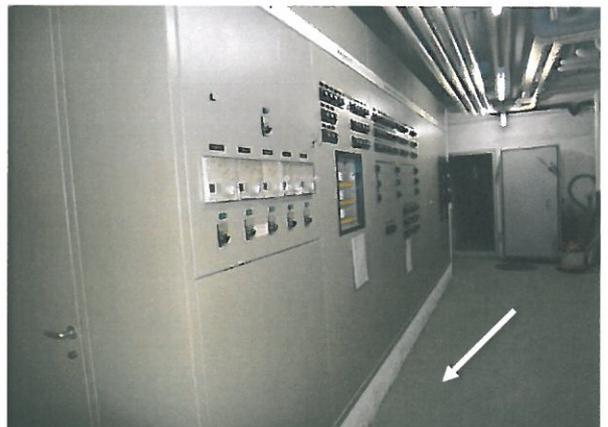


Abb. 28: Nebengebäude: UG, Flur, Bodenanstich, hellgrün



Abb. 27: Nebengebäude: UG, Heizungsraum, Bodenanstich, dunkelgrün



Abb. 30: Nebengebäude: UG, Öltank, Anstrich, schwarz

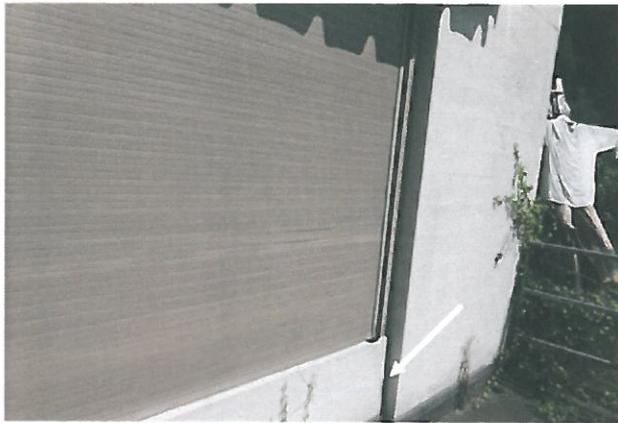


Abb. 31: Nebengebäude: OG, Terrasse, Fugendichtmasse



Abb. 32: Pavillon 2: UG, Flur / SR, Bodenanzstrich, grau



Abb. 33: Pavillon 2: OG, Raum Nr. 16, Bodenfüllung, Spreu



Abb. 34: Pavillon 2: OG, Raum Nr. 16, Holzanzstrich, Täfer



Abb.35: Nebengebäude: EG, Hintereingang, Kitt im Fensteranschluss



Abb. 36: Turnhalle: EG, Haupteingangstüre, Kitt im Glasanschluss



Abb. 37: Pavillon 2: Dach, Stellriemen



Abb. 38: Turnhalle: UG, Herrenkabine, Kleber Boden



Abb. 39: Turnhalle: UG, Herrenkabine, Kitt im Glasan-  
schluss



Abb. 40: Turnhalle: EG, Halle, PVC-Bodenbelag

## 6. ANHANG I PROBENAHME

### 6.1 ASBEST IM MATERIAL

Die Materialprobenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift AV ASBEST MATERIAL, welche sich auf die Richtlinie VDI 3866<sup>24</sup> abstützt. Die Auswertungen der Materialprobe erfolgte mittels Rasterelektronenmikroskop (REM) und energiedispersiver Röntgenstrahlenemissionsanalyse (EDX gemäss VDI 3866 Blatt 5<sup>25</sup>).

### 6.2 POLYCHLORIERTE BIPHENYLE (PCB) IM MATERIAL

Die Materialprobenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift AV SVOC MATERIAL, welche sich auf die PCB-Richtlinie des BUWAL abstützt. Die Analyse erfolgte mittels Kapillargaschromatografie und Elektroneneinfang- bzw. Flammenionisationsdetektion (GC/ECD/FID).

### 6.3 POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK) IM MATERIAL

Die Materialprobenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift AV SVOC MATERIAL, welche sich auf die PCB-Richtlinie des BUWAL abstützt. Die Analyse erfolgte mittels Kapillargaschromatografie und Massenspektrometrie (GC/MS).

### 6.4 CHLORPARAFFINE (CP) IM MATERIAL

Die Materialprobenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift AV SVOC MATERIAL, welche sich auf die PCB-Richtlinie des BUWAL abstützt. Die Analyse erfolgte mittels Gaschromatographie und Elektroneneinfang-Detektor (GC/ECD) gegen externe Standard.

### 6.5 BIOZIDE IM MATERIAL

Die Materialprobenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift AV SVOC MATERIAL, welche sich auf die PCB-Richtlinie des BUWAL abstützt. Die Analyse erfolgte mittels Kapillargaschromatografie und Elektroneneinfang- bzw. Flammenionisationsdetektion bzw. Massenspektrometrie (GC/MS).

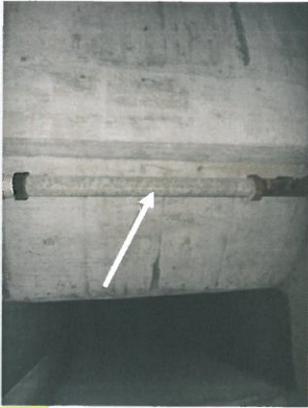
Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.

<sup>24</sup> Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Bestimmung von Asbest in technischen Produkten – Grundlagen - Entnahme und Aufbereitung der Proben, Berlin, Dezember 2000

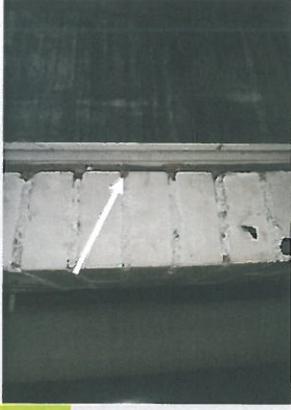
<sup>25</sup> Verein Deutscher Ingenieure (VDI), VDI 3866, Blatt 5, Bestimmung von Asbest in technischen Produkten: Grundlagen, Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren, Oktober 2004

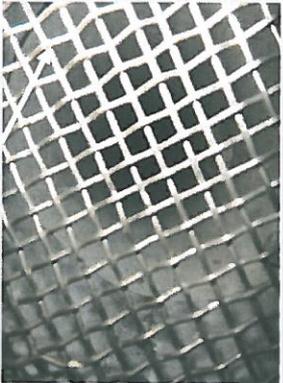
## 7. ANHANG II - ZUSAMMENFASSUNG SCHADSTOFFHALTIGER MATERIALIEN

Tab. 6: Übersicht über positiv analysierte Materialproben

Ref-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	Ergebnis	Abb.
<b>Pavillon 1</b>				
-	UG, SR/Technikraum	Abwasserrohre	Einstufung Asbestzement	
	<b>Dringlichkeitsstufe III:</b> Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen			
	s. Kap. 4.1			
-	UG	Diverse Futterrohre Lüftung	Einstufung Asbestzement	
	<b>Dringlichkeitsstufe III:</b> Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen			
	s. Kap. 4.1			

Ref-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	Ergebnis	Abb.
<b>Pavillon 2</b>				
-	UG	Diverse Futterrohre Lüftung	Einstufung Asbestzement	
<p><b>Dringlichkeitsstufe III:</b> Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen</p>				
03-10	OG, Raum Nr. 16	Bodenfüllung, Spreu	PAK-Gehalt: 9916 mg/kg	
<p>Entsorgungsrelevante PAK-Gehalte Arbeiten unter Berücksichtigung allgemeiner Arbeitsschutzbestimmungen Systematische Vorkommen in allen Gebäuden s. Kap. 4.4</p>				
03-09	OG, Raum Nr. 16	Anstrich, Wandtäfer	PCP-Gehalt: 56 mg/kg	
<p>Entsorgungsrelevante PCP-Gehalte Arbeiten unter Berücksichtigung allgemeiner Arbeitsschutzbestimmungen Systematische Vorkommen in Pavillon 1 und 2 s. Kap. 4.5</p>				

Ref-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	Ergebnis	Abb.
<b>Nebengebäude</b>				
03-15	UG, Türe Heizungsraum-Schacht	Kitt im Türanschluss	Chrysotilasbest, 1-15%	
	Dringlichkeitsstufe II: Sanierung vor baulichen Eingriffen; Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen oder spätestens nach 2 – 5 Jahren durchzuführen			
	s. Kap. 4.1			
-	UG	Diverse Abwasserrohre	Einstufung Asbestzement	
	Dringlichkeitsstufe III: Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen			
	s. Kap. 4.1			
-	UG, Verbindungskanal zu Pavillon 1	Kabelkanal	Einstufung Asbestzement	
	Dringlichkeitsstufe III: Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen			
	s. Kap. 4.1			

Ref-Nr.	Probenahmeort	Probematerial	Ergebnis	Abb.
<b>Nebengebäude</b>				
-	UG	Diverse Futterrohre Lüftung	Einstufung Asbestzement	
		<b>Dringlichkeitsstufe III:</b> Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen		
	s. Kap. 4.1			
03-19	UG	Anstrich Öltank, schwarz	PCB-Gehalt: 134 mg/kg	
		Entsorgungsrelevante PCB-Gehalte Arbeiten unter Berücksichtigung allgemeiner Arbeitsschutzbestimmungen		
	s. Kap. 4.2			
<b>Turnhalle</b>				
03-33	EG, Haupteingang	Kitt im Glasanschluss	Chrysofilasbest	
		<b>Dringlichkeitsstufe III:</b> Sanierung ist vorzumerken und vor baulichen Eingriffen durchzuführen. Eine Neubeurteilung ist bei Nutzungsänderung oder Vorkommnissen durchzuführen		
	s. Kap. 4.1			

WASSERWERKSTRASSE 129  
8037 ZÜRICH  
TEL +41 (0)44 440 72 11  
FAX +41 (0)44 440 72 13

GERECHTIGKEITSGASSE 80  
3011 BERN  
TEL +41 (0)31 550 49.50  
FAX +41 (0)31 550 49 51

# UNTERSUCHUNGSBERICHT

---

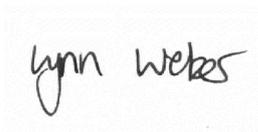
SCHULHAUS GRENZHOF  
LUZERNSTRASSE 7  
CH-6014 LUZERN



AUFTRAGGEBER	Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern
OBJEKT	Schulhaus Grenzhof, Luzern
PROJEKTNUMMER	2014-2967-01
KUNDENREFERENZ	I:\DAT\PRO\MESS\2014\luzernstr. 7 (sh grenzhof), luzern\bericht 2967-01.docx
PROJEKTLEITUNG	Hans-Lukas Kramer
AUFTRAG VOM	1. Dezember 2014
AUSFÜHRUNG DER ABKLÄRUNGEN:	13. Januar 2015
QUALITÄTSSICHERUNG:	lw
ANZAHL SEITEN BERICHT:	17

Zürich, 19. Februar 2015

BAU- UND UMWELTCHEMIE  
Beratungen + Messungen AG



i.A.

Barbara Jehle  
Geschäftsführerin



Hans-Lukas Kramer  
Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden. Die auf dem Internet publizierten Allgemeinen Geschäftsbedingungen der *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG* sind integrierender Bestandteil dieses Berichts ([www.raumlufthygiene.ch](http://www.raumlufthygiene.ch) -> AGB).

---

# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchungen</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Messergebnisse und Interpretation</b>	<b>6</b>
3.1	Chemie – Analyse – Raumluft	6
3.2	Chemie – Analyse – Hausstaub	9
3.3	Keim – Analyse – Luft	12
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen</b>	<b>14</b>
4.1	Schlussfolgerungen	14
4.2	Empfehlungen	15
<b>5.</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>16</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang I Probenahme</b>	<b>17</b>
6.1	Chemie – Analyse – Raumluft	17
6.2	Chemie – Analyse – Hausstaub	17
6.3	Keim – Analyse – Luft	17

# 1. AUSGANGSLAGE

## OBJEKT

Die Schulanlage Grenzhof besteht aus 2 Pavillons, der Bibliothek und einer Turnhalle. Die Anlage wurde vermutlich in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt. Die untersuchten Klassenräume P1/D1 und P1/15 verfügen über einen Linoleum Bodenbelag, im Zimmer P1/Werken ist ein gestrichener Zementuntergrund vorhanden, im P2/Bastelraum ist ein Riemenboden verlegt, in der Turnhalle ein PVC-Belag. In der Regel sind die Wände verputzt und die Decken bestehen aus Sichtbeton. Die Turnhalle verfügt über getäferte Wände und Decke, im P1/15 sind die Wände mit Holztäfer verkleidet. Die Räume werden über Radiatoren temperiert. Die Turnhalle wird über eine Lüftungsanlage gelüftet, die weiteren Räume ausschliesslich über die Fenster.

## SCHADENSBESCHREIBUNG

In den Räumen der Schulanlage klagen die Raumnutzer über auffällige Geruchsbelastungen. Durch den Probenehmer der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG konnten muffige Gerüche besonders in den Räumen P1/15 und P2/Bastelraum wahrgenommen werden. Es soll abgeklärt werden, ob die Geruchsbelastungen mit gesundheitlich relevanten Schadstoffkonzentrationen einhergehen. In gewissen Räumen (beispielsweise P1/D1 und P2/Bastelraum) besteht zudem der Verdacht, dass verdeckte Schimmelpilzbefälle vorhanden sind.

## BISHER DURCHGEFÜHRTE MASSNAHMEN/ MESSUNGEN

Bisher durchgeführte Messungen sind nicht bekannt.

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### AUFTRAG

Die Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG wurde beauftragt, gemäss Offerte vom 7. November 2014, Raumlufmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) und Aldehyde sowie Staubmessungen auf Flammschutzmitteln, Weichmacher und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) durchzuführen und die Ergebnisse gesundheitlich zu bewerten. Zudem sollen exemplarische Raumlufmessungen auf Keime in zwei Räumen im Vergleich zur Aussenluft durchgeführt werden.

### MESSPUNKTE

Die untersuchten Messpunkte sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Messungen

Bereich	Parameter	P1/15 (OG)	P1/D1 (EG)	P1/Werken (UG)	P2/Bastelraum (UG)	Turnhalle (EG)	AUL (Aussenluft)
Chemie	Aldehyde in der Raumluf	x	x	x	x	x	--
Chemie	Flüchtige organische Verbindungen in der Raumluf	x	x	x	x	x	--
Physik	Schwerflüchtige Verbindungen im Hausstaub	x (Mischprobe)			--	--	--
Biologie	Keime in der Luft	--	x	--	x	--	x

### MESS- UND RANDBEDINGUNGEN

Die chemischen Luftanalysen und die Keimanalysen erfolgten mittels aktiver Probenahme - beschrieben im Anhang I - unter Standardbedingungen<sup>1</sup> an den untersuchten Messpunkten. Einzig in der Turnhalle wurde unter Nutzungsbedingungen bei laufender Lüftungsanlage (Normalbetrieb) gemessen. Die Raumlufemperatur und die relative Luftfeuchtigkeiten sind in den Resultate-Tabellen der Kapitel 3.1 auf S. 6 und 3.3 auf S. 12 aufgeführt. Draussen war der Himmel bedeckt und es war windstill. Der Hausstaub wurde in einem neuen Staubbeutel gesammelt. Die Hausstaubproben stammen jeweils von den begehbaren Bodenflächen der gesamten Räume. Die Staubprobenahme erfolgte 4 Tage nach der letzten Reinigung und im Anschluss an die Luftprobenahme, so dass eine direkte Beeinflussung, etwa durch Aufwirbeln von Feinstaub beim Saugen, der beiden Probenahmen ausgeschlossen werden kann.

<sup>1</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumlufmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen die Messungen unter Standardbedingungen. Entsprechend der ISO Norm 16000-2 und 16000-5 muss der zu messende Raum 15 Minuten intensiv gelüftet werden und danach etwa 8 Stunden bis zum Ende der Messung geschlossen bleiben. Raumluftechnische Anlagen sind während dieser Zeit ausgeschaltet oder sämtliche Zulufdurchlässe luftdicht verklebt.

## 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION

### 3.1 CHEMIE – ANALYSE – RAUMLUFT

#### ERGEBNISSE

Tab. 2 zeigt den TVOC (Total Volatile Organic Compounds), den Formaldehydwert und eine Zusammenstellung aller chemischen Verbindungen bzw. ihrer Summen, die in einer relevanten Konzentration nachgewiesen wurden. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richtwerten<sup>2</sup> oder statistisch erhobenen Raumluftkonzentrationen<sup>3,4,5</sup> - in niedrigen Konzentrationen vorhanden und werden nicht weiter bewertet.

Tab. 2: Ergebnisse der Raumluftmessungen

Messpunkte		P1/15 (OG)	P1/D1 (EG)	P1/Werken (UG)	P2/Bastelraum (UG)	Turnhalle (EG)
Temp./ Rel. Luftfeuchte		21.3 °C 33.9 %	20.7 °C 28.0 %	19.4 °C 40.0 %	17.7 °C 61.5 %	16.8 °C 49.5 %
Verbindung	CAS Nr.	µg/m <sup>3</sup>				
TVOC	--	125	64	24	1'030	127
Summe Aromaten	--	44	3	10	510	83
Summe Teerölinhaltsstoffe / Naphthaline	--	44	7	< 2	25	13
Naphthalin	--	16	3	< 2	16	7
Formaldehyd	50-00-0	65	21	60	49	26

#### GESAMTSITUATION (TVOC) - INTERPRETATION

Der gemessene Gehalt an Lösemitteln in der Raumluft, die sogenannte TVOC-Konzentration, liegt an den Messpunkten bei 24 bis 1'030 µg/m<sup>3</sup>. Üblicherweise werden in Wohnungen und Büros Werte zwischen 250 und 500 µg/m<sup>3</sup> gemessen. In Räumen wie Klassenzimmern, die für einen längerfristigen Aufenthalt bestimmt sind, sollte für einen beschwerdefreien Aufenthalt auf Dauer ein TVOC-Wert im Bereich von 1000 bis 3000 µg/m<sup>3</sup> nicht überschritten werden. Ziel sollte es sein, zur Sicherung raumlufthygienischer (keine toxikologische Begründung) und angenehmer

<sup>2</sup> Pluschke P., Luftschadstoffe in Innenräumen, Springer-Verlag, Berlin, 1996

<sup>3</sup> DIWODAT, Interne Datenbank der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, Stand April 2009

<sup>4</sup> Umweltbundesamt, Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft, WaBoLu-Heft 05 08, 2007

<sup>5</sup> H.-D. Neumann, UK NRW (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen, Gesunde Luft in Schulen, 2013

Raumlufthverhältnisse<sup>6</sup> in Innenräumen im langzeitigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis 300 µg/m<sup>3</sup> zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

#### SUMME AROMATEN – INTERPRETATION

Zum Messzeitpunkt betragen die Summen an Aromaten zwischen 10 und 510 µg/m<sup>3</sup>. Im Zimmer P2/Bastelraum besteht die Konzentration hauptsächlich aus Lösemitteln wie Xylol (209 µg/m<sup>3</sup>), Styrol (66 µg/m<sup>3</sup>) und Toluol (58 µg/m<sup>3</sup>). In den anderen Räumen besteht sie vorwiegend aus Teerölinhaltsstoffen. Aus Vorsorgegründen sollte die Summenkonzentration an Aromaten eine Konzentration von 500 µg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten<sup>7</sup>. Die Konzentration an Styrol soll aus Vorsorgegründen einen Wert<sup>8</sup> von 30 µg/m<sup>3</sup> nicht überschreiten. Dringender Handlungsbedarf gilt ab einer Konzentration von 300 µg/m<sup>3</sup>.

Aromatische Kohlenwasserstoffe werden als Lösemittel in den verschiedensten Lacken, Anstrichstoffen und Klebern verwendet.

#### SUMME TEERÖLINHALTSSTOFFE UND NAPHTHALINE – INTERPRETATION

Die gemessenen Summenkonzentrationen der flüchtigen Teerölinhaltsstoffe liegen unter Standardbedingungen zwischen < 2 und 44 µg/m<sup>3</sup> und setzen sich hauptsächlich aus Naphthalinen zusammen. Die Summenkonzentrationen der Naphthaline lagen an den Messpunkten zwischen < 2 und 33 µg/m<sup>3</sup> (vgl. Tab. 2). Weiter wurden Dibenzofuran und Diphenyl mit Konzentrationen von <2 bis 4 µg/m<sup>3</sup> gefunden. Für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline besteht ein vorläufiger Eingreifwert<sup>9</sup> von 30 µg/m<sup>3</sup> und ein vorsorglicher Richtwert von 10 µg/m<sup>3</sup>. Die Konzentrationen der Einzelverbindung Naphthalin liegen unter den gegebenen Bedingungen bei < 2 bis 16 µg/m<sup>3</sup>. Der gesundheitliche Eingreifwert<sup>10</sup> für Naphthalin liegt bei 30 µg/m<sup>3</sup>, der empfohlene WHO-Jahresmittelwert<sup>11</sup> bei 10 µg/m<sup>3</sup>.

Je nach Zusammensetzung bewegt sich die Geruchsschwelle des Naphthalinmischungs erfahrungsgemäss zwischen 20 und 50 µg/m<sup>3</sup>.

Teerölinhaltsstoffe sind Bestandteile von Teerölen, mit denen beispielsweise Isolationsmaterialien imprägniert wurden sowie von PAK-haltigen Klebern. Naphthaline werden auch bei der unvollständigen Verbrennung freigesetzt.

<sup>6</sup> Seifert B., Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert), Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42, S. 270-278, 1999

<sup>7</sup> Pluschke, P.: Luftschadstoffe in Innenräumen – Ein Leitfaden, S. 124, Springer-Verlag, 1996

<sup>8</sup> Sagunski, H.: Richtwerte für die Innenraumluft: Styrol, Bundesgesundheitsblatt 41, S. 392-421, 1998

<sup>9</sup> Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt 56(10): 1448-1459, 2013

<sup>10</sup> Sagunski H, Heger W, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin, Bundesgesundheitsblatt – Gesundheitsforsch – Gesundheitsschutz 47, S. 705-712, 2004

<sup>11</sup> World Health Organization, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected Pollutants, Dezember 2010

## FORMALDEHYD – INTERPRETATION

An den untersuchten Messpunkten wurden Formaldehydkonzentrationen von 21 bis 65  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Das Bundesamt für Gesundheit (BAG) hat für Formaldehyd einen verbindlichen Richtwert von 125  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (0.1 ppm)<sup>12</sup> festgelegt. Der von der Weltgesundheitsorganisation<sup>13</sup> (WHO) empfohlene 30-Minuten Richtwert für Innenräume beträgt 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Typische Innenraumkonzentrationen<sup>14</sup> in der Schweiz liegen zwischen 35 und 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Als Quellen sind vorwiegend Holzwerkstoffe anzusehen.

---

<sup>12</sup> Bundesamt für Gesundheit, Formaldehyd in der Innenraumluft, 2010

<sup>13</sup> World Health Organisation (WHO), Guidelines for indoor air quality: selected pollutants, 2010

<sup>14</sup> Thalmann P, Formaldehyd in Innenräumen – ein aktuelles altes Problem, Tec21, 15/2006

### 3.2 CHEMIE – ANALYSE – HAUSSTAUB

#### ERGEBNISSE

Tab. 3 zeigt eine Zusammenstellung aller chemischen Verbindungen, die in einer relevanten Konzentration nachgewiesen wurden. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richt- und Orientierungswerten<sup>15,16</sup> in niedrigen Konzentrationen - unterhalb des 95. Perzentilwertes<sup>17</sup> - vorhanden und werden nicht weiter bewertet.

Tab. 3: Ergebnisse der Hausstaubuntersuchungen

Verbindung	CAS-Nr.	P1/15 + P1/D1 + P1/Werken
		mg/kg
<i>Weichmacher / Flammschutzmittel</i>		
Tris-(2-butoxyethyl)-phosphat (TBEP)	78-51-3	2'300
Di-i-nonylphthalat (DiNP)	28553-12-0	1'200
Di-2-ethylhexylphthalat (DEHP) / Di-2-ethylhexylterephthalat (DEHTP)	117-81-7 / 6422-86-2	1'830
<i>Teerölinhaltstoffe / Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe</i>		
Summe PAK (nach EPA)*	--	18.4
Benzo[a]pyren	50-32-8	0.37

\*16 Einzelverbindungen, die nach der US Bundesumweltbehörde Environmental Protection Agency untersucht werden;

#### TRIS-(2-BUTOXYETHYL)-PHOSPHAT (TBEP) - INTERPRETATION

Tris-(2-butoxyethyl)-phosphat (TBEP), ein Flammschutzmittel und Weichmacher, wurde in einer Konzentration von 2'300 mg/kg nachgewiesen. Im Vergleich zu statistischen Referenzwerten ist diese Konzentrationen als auffällig zu bezeichnen<sup>17,18</sup>. Für eine Expositionsabschätzung gegenüber

<sup>15</sup> Kersten W., Schwer flüchtige organische Umweltchemikalien in Hamburger Hausstäuben, Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Bd 63, Nr. 3, 2003

<sup>16</sup> Nagorka R., et. al, Weichmacher im Hausstaub, Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, Bd. 65, Nr. 3, S. 99-105, 2005

<sup>17</sup> 95. Perzentil bedeutet, dass bei 95 % der gefundenen Werte die Konzentration niedriger liegt. Wenn keine toxikologischen Richtwerte für den Innenraum vorliegen, dient der 95. Perzentil-Wert als Orientierungswert. Bei einer Überschreitung werden aus vorsorglichen Überlegungen Massnahmen zur Verminderung empfohlen.

<sup>18</sup> Kersten, W. Schwer flüchtige organische Umweltchemikalien in Hamburger Hausstäuben, Gefahrstoffe-Reinhaltung der Luft, 63 Nr. 3, 2003

TBEP kann die Wirkungsschwelle<sup>19</sup> für das chemisch verwandte Tris-(2-chloroethyl)-phosphat (TCEP) herangezogen werden. Im ungünstigsten Fall wird von einem Kind/Jugendlichen (45 kg Körpergewicht) dementsprechend über die Aufnahme von Hausstaub<sup>20</sup> die längerfristig tolerierbare Tagesdosis um den Faktor 15 unterschritten.

#### D-I-NONYLPHTHALAT (DINP) – INTERPRETATION

Die Konzentration von Di-iso-nonylphthalat (DiNP) beträgt 1'200 mg/kg. Die Konzentration überschreitet den statistischen Auffälligkeitswert<sup>17,21</sup>. Zur ersten Beurteilung der gesundheitlichen Situation kann die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI, engl. Tolerable daily intake)<sup>22</sup> und die durchschnittliche Staubaufnahme eines Menschen herangezogen werden. Im ungünstigsten Fall wird von Kindern/Jugendlichen (45kg Körpergewicht) über den Hausstaub die empfohlene tägliche Tagesdosis um den Faktor 120 unterschritten.

#### DI-2-ETHYLHEXYLPHTHALAT (DEHP) / DI-2-ETHYLHEXYLTEREPHTHALAT (DEHTP) – INTERPRETATION

Die nachgewiesene Summe der DEHTP und DEHP-Konzentration liegt bei 1'830 mg/kg Hausstaub. Diese Werte sind als statistisch auffällig zu bezeichnen<sup>17,23</sup>. Zur Beurteilung der gesundheitlichen Situation kann die tolerierbare tägliche Aufnahmemenge (TDI, engl. Tolerable daily intake) und die durchschnittliche Staubaufnahme eines Menschen für DEHP herangezogen werden. Im ungünstigsten Fall wird von Kindern/Jugendlichen (45 kg Körpergewicht) über den Hausstaub die empfohlene tägliche Tagesdosis um den Faktor 25 unterschritten.

#### POLYZYKLISCHE AROMATISCHE KOHLENWASSERSTOFFE (PAK) – INTERPRETATION

Die Summenkonzentration der PAK im Hausstaub liegt bei 18.4 mg/kg. Benzo[a]pyren als Leitkomponente<sup>24</sup> zur Bewertung des gesundheitlichen Handlungsbedarfs in Innenräumen ist in einer Konzentration von 0.37 mg/kg nachgewiesen worden.

Für die Summe PAK können in "unbelasteten Innenräumen" Konzentrationen ab 20 bis 25 mg/kg<sup>25,26</sup> als statistisch auffällig bezeichnet werden. Für Benzo[a]pyren kann ab Konzentrationen

<sup>19</sup> Sagunski, H. und E. Roskamp: Richtwerte für die Innenraumluft: Tris(2-chlorethyl)phosphat, Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 45, S. 300-306, 2002

<sup>20</sup> Arbeitsgemeinschaft der leitenden Medizinalbeamtinnen und –beamten der Länder (AGLMB), Standards zur Expositionsabschätzung, Bericht des Ausschusses für Umwelthygiene, Behörde für Arbeit, Gesundheit und Soziales, Hamburg 2000

<sup>21</sup> Nagorka R. et al., Weichmacher im Hausstaub, Gefahrstoffe-Reinhaltung Luft Bd 65, Nr. 3, S.99-105, 2005

<sup>22</sup> European Commission, Opinion on Phthalate migration from soft PVC toys and child-care articles, 6<sup>th</sup> CSTE plenary meeting, Brussels, 26/27, November 1998

<sup>23</sup> Becker et al, Hausstaub - Stoffgehalte im Hausstaub aus Haushalten der Bevölkerung in Deutschland, Wobolu-Hefte, 1998

<sup>24</sup> Stahl, T. et. al, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH) im Innenraum, Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 47:868-881, 2004;

<sup>25</sup> Walker, C. et al., Biozide im Hausstaub, Ergebnisse eines repräsentativen Monitorings in Innenräumen, Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft, Bd. 59 (1999) Nr. 1/2

<sup>26</sup> Umweltbundesamt (UBA), Resultate des Umweltsurveys 1990-1992 von 1200 zufällig ausgewählten Hausstaubproben, (nicht anlassbezogene Proben)

von 1 mg/kg in zufällig ausgewählten Räumen von einer deutlichen Belastung ausgegangen werden<sup>25</sup>. Untersuchungen in nicht belasteten Wohnungen zeigen im Durchschnitt Benzo[a]pyren-Werte zwischen 0.2 und 0.3 mg/kg<sup>27</sup>. Die gefundenen Werte liegen in diesem durchschnittlichen Bereich.

---

<sup>27</sup> Uhl, M. et al, Hausstaub – ein Indikator für Innenraumbelastung, Umweltbundesamt Österreich, 2004

### 3.3 KEIM – ANALYSE – LUFT

#### ERGEBNISSE

In der Tab. 4 sind die Ergebnisse der Luftkeimmessungen aufgeführt.

Tab. 4: Ergebnisse der Luftkeimmessungen

Messpunkt	AUL	P1/D1	P2/Bastelraum
Temp./	2.7 °C	21.2 °C	19.4 °C
Rel. Luftfeuchte	57.4 %	33.0 %	40.0 %
Organismen	KBE <sup>28</sup> /m <sup>3</sup>	KBE/m <sup>3</sup>	KBE/m <sup>3</sup>
Bakterien	460	220	320
Thermoactinomyceten	< 10	< 10	< 10
Schimmelpilze <sup>29</sup>			
Durchschnitt	420	233	610
Maximum	540	330	690

#### LUFTKEIME – INTERPRETATION

In der Aussenluft lag die Konzentration an Bakterien bei 460 KBE/m<sup>3</sup> und die Konzentration an Schimmelpilzen lag bei durchschnittlichen 420 KBE/m<sup>3</sup>.

In der Raumlufte wurden Bakterienkonzentrationen im P1/D1 von 220 KBE/m<sup>3</sup> bzw. im P2/Bastelraum von 320 KBE/m<sup>3</sup> Bakterien nachgewiesen. Die durchschnittliche Konzentration an Schimmelpilzen lag im Raum P1/D1 bei 233 KBE/m<sup>3</sup> und im P2/Bastelraum bei 610 KBE/m<sup>3</sup>.

In der Raumlufte des Raumes P1/D1 liegt die Keimkonzentration im Vergleich zur Aussenluft somit in einem unauffälligen Bereich. Im Raum P2/Bastelraum liegt die Gesamtkonzentration an Keimen hingegen etwas höher als in der Aussenluft und ist für Innenräume hoch<sup>30</sup>. In diesem Raum wurden vornehmlich Schimmelpilze der Gattung *Aspergillus spp.* nachgewiesen, welche in der Aussenluft nicht gefunden wurden. Dies deutet auf eine interne Quelle hin.

Die meisten Schimmelpilze der nachgewiesenen Gattung *Aspergillus spp.* gehören der Risikogruppe 1 an<sup>31</sup>. Bei der vorliegenden Schimmelpilzbelastung können bei sensibilisierten Personen aber über eine inhalative Exposition allergische Reaktionen hervorgerufen werden. So kann die Gattungen *Aspergillus spp.* bei Personen mit einer Schimmelpilzallergie eine allergische

<sup>28</sup> KBE – Kolonie Bildende Einheiten

<sup>29</sup> Es ist der Durchschnittswert der Ergebnisse für alle drei benutzten Nährböden angegeben.

<sup>30</sup> ECA, Biological Particles in Indoor Environments, Report No. 12, 1993, S.43

<sup>31</sup> Bei Schimmelpilzen der Risikogruppe 1 ist es unwahrscheinlich, dass sie beim Menschen Krankheiten verursachen.

Rhinitis (schnupfenartige Beschwerden) auslösen. Des Weiteren können bei sensibilisierten Personen irritative Wirkungen wie Reizungen der Augen und der Atemorgane auftreten<sup>32</sup>.

---

<sup>32</sup> Kommission „Methoden und Qualitätssicherung in der Umweltmedizin“, Schimmelpilzbelastung in Innenräumen – Befunderhebung, gesundheitliche Bewertung und Massnahmen, Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 10, S. 1308 -1323, 2007

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

### 4.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN

In den untersuchten Räumen unterschreiten die Formaldehyd-Konzentrationen unter den gegebenen Bedingungen deutlich den BAG-Richtwert. Die untersuchten Räume P1/D1, P1/Werken und P1/15 sowie die Turnhalle weisen TVOC-Konzentrationen (Summe der flüchtigen organischen Verbindungen) unterhalb des Eingreifwertes auf. Einzig am Messpunkt P2/Bastelraum liegt die Gesamtkonzentration im Bereich des Eingreifwertes. Dies ist auf Nutzung und Lagerung von Farben und Klebern in diesem Raum zurückzuführen. Aus gesundheitlicher Sicht besteht diesbezüglich kein Handlungsbedarf.

Teerölinhaltstoffe bzw. Naphthaline konnten in den Räumen P1/D1, und P1/15, P2/Bastelraum und in der Turnhalle nachgewiesen werden. Während im Raum P1/15 der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen überschritten wird und Handlungsbedarf besteht, liegen die Konzentrationen in den weiteren untersuchten Räumen unter dem gesundheitlichen Vorsorgewert. Als Quelle der Naphthalin-Konzentrationen werden teerölbelastete Materialien im Boden und/oder Wandaufbau vermutet. Diese Verbindungen sind als Quelle des charakteristischen Geruchs in den Gebäuden anzusehen. In Räumen mit gleichen Gerüchen wie beispielsweise im Zimmer P1/15 sind ohne weitere Messungen auch vergleichbare Belastungen an Teerölinhaltstoffen bzw. Naphthalinen zu erwarten.

Es ist zu beachten, dass die Formaldehyd- und Naphthalin-Konzentrationen von klimatischen Bedingungen abhängig sind. Es wird vermutet, dass im Sommerhalbjahr - bei hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit – unter Standardbedingungen höhere Konzentrationen als bei den aktuellen Messungen auftreten können.

Im Hausstaub wurden die Weichmacher TBEP, DiNP und DEHP/DEHP in statistisch auffälligen Konzentrationen nachgewiesen. Dies deutet auf Quellen wie beispielsweise PVC-Materialien oder weichmacherhaltige Einpflegen in den Räumen hin. Die Modellierung zur Abschätzung der gesundheitlichen Auswirkungen zeigen jedoch, dass die längerfristig täglich tolerierbare Aufnahmemenge über den Hausstaub auch im ungünstigsten Fall nicht erreicht wird.

Im Raum P2/Bastelraum wurde eine erhöhte Belastung an Schimmelpilzen in der Raumluft nachgewiesen. Dies deutet auf einen verdeckten Schimmelpilzbefall hin. Der muffige Geruch ist in diesem Raum neben den Naphthalinen auch auf die Keimbelastung zurückzuführen. Es besteht Handlungsbedarf um gesundheitliche Symptome vorsorglich ausschliessen zu können. Im Raum P1/D1 deuten die Keimwerte nicht auf einen Schimmelpilzbefall hin.

## 4.2 EMPFEHLUNGEN

Wir empfehlen im Zimmer P1/15 sowie in drei weiteren Schulzimmern der Schulanlage Raumluftrmessungen auf Teerölinhaltstoffe/Naphtaline unter Nutzungsbedingungen durchzuführen<sup>33</sup>. Daraus kann die Verbreitung im Schulgebäude sowie die Dringlichkeit abgeleitet werden, mit der die Naphthalin-Konzentrationen reduziert werden sollten.

Zur kurzfristigen Reduktion der Belastungssituation der Raumluftr (besonders im Zimmer P1/15) ist zu empfehlen, die Räume regelmässig (mehrmals täglich) für 5 bis 10 Minuten über Fenster und Türen quer zu lüften. In Absprache mit der Schulleitung und den Lehrern kann ein geeignetes Lüftungsregime abgesprochen werden.

Zur Bestimmung der Quellen der Naphtaline, empfehlen wir mittels Sondierungen, Materialproben und Emissionsmessungen die mit Teeröl behandelten Materialien zu identifizieren. Anschliessend lassen sich daraus Sanierungsvarianten ableiten.

Zur regelmässigen Reinigung sollte ein Staubsauger mit einem HEPA-Filter eingesetzt, oder die Bodenbeläge feucht gereinigt werden, um die Belastungsexposition über den Staub vorsorglich zu minimieren. Weiter kann über Produkteabklärungen geprüft werden, ob eine weichmacherhaltige Einpflege verwendet wurde.

Für den Raum P2/Bastelraum sind weitere Abklärungen zur Identifizierung der Keimquellen einzuleiten. Wir empfehlen, die Aussenwände vollumfänglich von Mobiliar etc. zu befreien und die Oberflächen optisch bzw. über Probenahmen auf erhöhte Feuchtigkeit bzw. Schimmelpilzbefall zu untersuchen und ggf. Sondagen durchzuführen. Zur langfristigen Behebung sind Massnahmen notwendig, welche einer erhöhten Feuchtigkeit an Oberflächen systematisch entgegen wirken.

---

<sup>33</sup> Für solche Messungen werden die Räume gelüftet und eine Unterrichtseinheit abgewertet bevor die Messung durchgeführt wird.

## 5. FOTODOKUMENTATION



Abb. 1: P1/werken, Raumlufmessung Chemie



Abb. 2: P1/D1, Raumlufmessung Chemie



Abb. 3: P1/15, Raumlufmessung Chemie



Abb. 4: P2/Bastelraum, Raumlufmessung Chemie



Abb. 5: Turnhalle, Messpunkt Raumlufmessung Chemie



Abb. 6: P1/D1, Keimmessung

## 6. ANHANG I PROBENAHME

### 6.1 CHEMIE – ANALYSE – RAUMLUFT

#### ALDEHYDE IN DER RAUMLUFT – DNPH

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV ALDEHYDE LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-2 und ISO 16000-3 abstützt. Die Anreicherung erfolgte an Dinitrophenylhydrazin (DNPH)-Kartuschen mit anschliessender HPLC-Auswertung der Hydrazonderivate. Die Bestimmungsgrenze beträgt  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### FLÜCHTIGE ORGANISCHE VERBINDUNGEN IN DER RAUMLUFT – TENAX

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV VOC LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-5 und ISO 16000-6 abstützt. Die Anreicherung erfolgte an TENAX TA mit anschliessender GC/MS Auswertung.

Der Summenparameter für flüchtige organische Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) wird gemäss ISO 16000-6 bestimmt und umfasst alle auf TENAX eluierbaren und identifizierten Stoffe im Retentionszeitbereich zwischen n-Hexan und n-Eicosan und oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Bestimmungsgrenze für chlorierte Verbindungen sowie Acetophenon beträgt  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , für Naphthalin und Benzol  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die nicht identifizierten Signale werden oberhalb von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei der Summenberechnung des TVOC berücksichtigt.

### 6.2 CHEMIE – ANALYSE – HAUSSTAUB

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV SVOC STAUB*, welche sich auf die VDI-Richtlinie 4300 Blatt 8 abstützt. Anschliessend wurde die Probe im Labor aufgearbeitet (Staubprobe sieben auf  $63 \mu\text{m}$ , acetylieren). Die Analyse erfolgt mittels gaschromatografischer und Elektroneneinfang- bzw. Flammenionisationsdetektion (GC/ECD/FID). Der Messfehler beträgt  $\pm 15 \%$ .

### 6.3 KEIM – ANALYSE – LUFT

Die Probenahme erfolgte nach dem Kurzzeit-Impaktionsverfahren und nach der Arbeitsvorschrift *AV KEIME*, welche sich auf die VDI E 4300 Blatt 10 abstützt. Die Nährböden werden im Labor bebrütet und die koloniebildenden Einheiten (KBE) sowie deren Gattungen bestimmt. Die Nährmedien werden bei  $30^\circ\text{C}$  bzw.  $50^\circ\text{C}$  während 5 Tagen inkubiert.

Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.

WASSERWERKSTRASSE 129  
8037 ZÜRICH  
TEL +41 (0)44 440 72 11  
FAX +41 (0)44 440 72 13

GERECHTIGKEITSGASSE 80  
3011 BERN  
TEL +41 (0)31 550 49.50  
FAX +41 (0)31 550 49 51

## 2. UNTERSUCHUNGSBERICHT

---

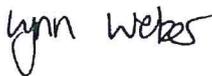
SCHULHAUS GRENZHOF  
LUZERNSTRASSE 7  
CH-6014 LUZERN



AUFTRAGGEBER Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern  
OBJEKT Schulhaus Grenzhof, Luzern  
PROJEKTNUMMER 2015-2967-02  
KUNDENREFERENZ I:\DAT\PRO\MESS\2015\luzernstr. 7 (sh grenzhof), luzern\ebericht 2967-02.docx  
PROJEKTLEITUNG Hans-Lukas Kramer  
AUFTRAG VOM 1. Dezember 2014  
AUSFÜHRUNG DER ABKLÄRUNGEN: 13. Januar 2015  
QUALITÄTSSICHERUNG: lw  
ANZAHL SEITEN BERICHT: 10

Zürich, 09. April 2015

BAU- UND UMWELTCHEMIE  
Beratungen + Messungen AG



i.A.

Barbara Jehle  
Geschäftsführerin



Hans-Lukas Kramer  
Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden. Die auf dem Internet publizierten Allgemeinen Geschäftsbedingungen der *BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG* sind integrierender Bestandteil dieses Berichts ([www.raumlufthygiene.ch](http://www.raumlufthygiene.ch) -> AGB).

---

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchungen</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>Messergebnisse und Interpretation</b>	<b>6</b>
3.1	Chemie – Analyse – Raumluft	6
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen</b>	<b>8</b>
4.1	Schlussfolgerungen	8
4.2	Empfehlungen	8
<b>5.</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>9</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang I Probenahme</b>	<b>10</b>
6.1	Chemie – Analyse – Raumluft	10

# 1. AUSGANGSLAGE

## OBJEKT

Die Schulanlage Grenzhof besteht aus 2 Pavillons, der Bibliothek und einer Turnhalle. Die Anlage wurde vermutlich in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt. Die untersuchten Klassenräume sowie der Kindergarten verfügen über Linoleum Bodenbeläge. Die Wände sind mit Holztäfer verkleidet bzw. verputzt, an den Decken sind Akustikplatten angebracht. Die Räume werden über Radiatoren temperiert und über die Fenster gelüftet.

## SCHADENSBESCHREIBUNG

In den Räumen der Schulanlage klagen die Raumnutzer über auffällige Geruchsbelastungen, welche in den Klassenräumen und in der Turnhalle durch Naphthaline verursacht werden<sup>1</sup>. Im Raum P2/Bastelraum führen zudem erhöhte Keimbelastungen aufgrund zu hoher Feuchtigkeit an Oberflächen ebenfalls zu muffigen Gerüchen.

## BISHER DURCHGEFÜHRTE MASSNAHMEN/ MESSUNGEN

Die im Januar 2015 durch die Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen und Messungen AG durchgeführten Messungen ergaben im Schulhaus Grenzhof auffällige Konzentrationen an Naphthalinen und weiteren Teerölinhaltsstoffen<sup>1</sup>. Während im Raum P1/15 der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen unter Standardbedingungen überschritten wurde, lagen die Konzentrationen in den weiteren untersuchten Räumen P1/D1, P2/Bastelraum sowie in der Turnhalle unter dem gesundheitlichen Vorsorgewert. Die Formaldehyd-Werte in der Raumluft lagen in allen Räumen unterhalb des BAG-Richtwerts. Im Hausstaub wurden die Weichmacher TBEP, DiNP und DEHP/DEHP in statistisch auffälligen Konzentrationen nachgewiesen. Die Modellierung zur Abschätzung der gesundheitlichen Auswirkungen zeigte jedoch, dass die längerfristig täglich tolerierbaren Aufnahmemengen für diese Verbindungen über den Hausstaub auch im ungünstigsten Fall nicht erreicht werden. Im Raum P2/Bastelraum wurde eine erhöhte Belastung an Schimmelpilzen in der Raumluft nachgewiesen.

---

<sup>1</sup> BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen und Messungen AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-01, Zürich 2015

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### AUFTRAG

Die Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG wurde beauftragt Raumlufmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) inkl. Naphthaline und Teerölinhaltsstoffe unter Nutzungsbedingungen durchzuführen und die Ergebnisse gesundheitlich zu bewerten.

### MESSPUNKTE

Die untersuchten Messpunkte sind in Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Messungen

Bereich	Parameter	P1/15 (OG)	P1/16 (OG)	P2/KIGA (OG)	P2/23 (OG)
Chemie	Flüchtige organische Verbindungen in der Raumluf	x	x	x	x

### MESS- UND RANDBEDINGUNGEN

Die chemischen Luftanalysen erfolgten mittels aktiver Probenahme - beschrieben im Anhang I - unter Nutzungsbedingungen<sup>2</sup> an den untersuchten Messpunkten. Die Raumluf-temperaturen und die relativen Luftfeuchtigkeiten an den Messpunkten sind in den Resultate-Tabellen des Kapitels 3.1 auf S. 6 aufgeführt.

<sup>2</sup> Vor der Messung wurde durch fünfzehnminütiges Öffnen von Türen und Fenstern intensiv gelüftet. Türen und Fenster wurden anschliessend wieder geschlossen und nach einer Wartezeit von einer Stunde wurde die Luftprobe genommen.

### 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION

#### 3.1 CHEMIE – ANALYSE – RAUMLUFT

##### ERGEBNISSE

Tab. 2 zeigt den TVOC-Wert (Total Volatile Organic Compounds) und eine Zusammenstellung der nachgewiesenen Konzentrationen an Naphthalinen und Teerölinhaltstoffen. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richtwerten<sup>3</sup> oder statistisch erhobenen Raumluftkonzentrationen<sup>4,5,6</sup> - in niedrigen Konzentrationen vorhanden und werden nicht weiter bewertet. Zum Vergleich ist auch der im Januar 2015 unter Standardbedingungen gemessene Wert aus Zimmer P1/15 aufgeführt (blau hinterlegt).

Tab. 2: Ergebnisse der Raumluftmessungen

Messpunkte		P1/15 (OG)	P1/15 (OG)	P1/16 (OG)	P2/KIGA (OG)	P2/23 OG
Bedingungen		Standard <sup>7</sup>	Nutzung	Nutzung	Nutzung	Nutzung
Temp./ Rel. Luftfeuchte		21.3 °C 33.9 %	21.9°C 39.3%	22.5°C 39.5%	22.8°C 33.0%	24.0°C 30.0%
Datum		13.01.2015	10.03.2015	10.03.2015	10.03.2015	10.03.2015
Verbindung	CAS Nr.	µg/m <sup>3</sup>				
TVOC	--	125	165	49	360	147
Summe Teerölinhaltstoffe / Naphthaline	--	44	31	26	51	60
Naphthalin	91-20-3	16	11	8	22	24

<sup>3</sup> Pluschke P., Luftschadstoffe in Innenräumen, Springer-Verlag, Berlin, 1996

<sup>4</sup> DIWODAT, Interne Datenbank der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, Stand April 2009

<sup>5</sup> Umweltbundesamt, Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft , WaBoLu-Heft 05 08, 2007

<sup>6</sup> H.-D. Neumann, (UK NRW (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen), Gesunde Luft in Schulen, 2013

<sup>7</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumluftmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen die Messungen unter Standardbedingungen. Entsprechend der ISO Norm 16000-2 und 16000-5 muss der zu messende Raum 15 Minuten intensiv gelüftet werden und danach etwa 8 Stunden bis zum Ende der Messung geschlossen bleiben. Raumlufttechnische Anlagen sind während dieser Zeit ausgeschaltet oder sämtliche Zuluftdurchlässe luftdicht verklebt.

## GESAMTSITUATION (TVOC) – INTERPRETATION

Der gemessene Gehalt an Lösemitteln in der Raumluft, die sogenannte TVOC-Konzentration, liegt an den Messpunkten bei 49 bis 360  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Im Raum P1/15 liegt die aktuelle Gesamtkonzentration unter Nutzungsbedingungen etwas höher als bei der ersten Messung. Der kleine Unterschied ist auf Lösemittel und Duftstoffe zurückzuführen, die vermutlich kurz vor der Messung am 10. März 2015 im Raum verwendet wurden. Üblicherweise werden in Wohnungen und Klassenzimmern Werte zwischen 250 und 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Für einen beschwerdefreien Aufenthalt soll auf Dauer ein TVOC-Wert im Bereich von 1000 bis 3000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden. Ziel sollte es sein, zur Sicherung raumlufthygienischer (keine toxikologische Begründung) und angenehmer Raumlufthverhältnisse<sup>8</sup> in Innenräumen im langzeitigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

## SUMME TEERÖLINHALTSSTOFFE UND NAPHTHALINE – INTERPRETATION

Die gemessenen Summenkonzentrationen der flüchtigen Teerölinhaltsstoffe liegen unter Nutzungsbedingungen zwischen 26 und 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und setzen sich hauptsächlich aus Naphthalinen zusammen. Weiter wurden Dibenzofuran und Diphenyl mit Konzentrationen von 3 bis 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gefunden. Im Zimmer P1/15 zeigt sich, dass die Konzentrationen dieser Verbindungen unter Nutzungsbedingungen rund 2/3 so hoch sind, wie unter Standardbedingungen (Messung vom 13. Januar 2015). Für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline besteht ein vorläufiger Eingreifwert<sup>9</sup> von 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein vorsorglicher Richtwert von 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Konzentrationen der Einzelverbindung Naphthalin liegen unter den gegebenen Bedingungen bei 8 bis 24  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der gesundheitliche Eingreifwert für Naphthalin liegt bei 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , der empfohlene WHO-Jahresmittelwert<sup>10</sup> bei 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Je nach Zusammensetzung bewegt sich die Geruchsschwelle von Naphthalinmischen erfahrungsgemäss zwischen 20 und 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Teerölinhaltsstoffe sind Bestandteile von Teerölen, mit denen beispielsweise Isolationsmaterialien imprägniert wurden, sowie von PAK-haltigen Klebern. Naphthaline werden auch bei der unvollständigen Verbrennung freigesetzt.

<sup>8</sup> Seifert B., Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert), Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42, S. 270-278, 1999

<sup>9</sup> Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt 56(10): 1448-1459, 2013

<sup>10</sup> World Health Organization, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected Pollutants, Dezember 2010

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN UND EMPFEHLUNGEN

### 4.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Naphthaline und Teerölinhaltstoffe konnten unter Nutzungsbedingungen<sup>11</sup> in allen untersuchten Räumen nachgewiesen werden. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen sowie der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für Naphthalin wurden in den Räumen P2/Kindergarten sowie P2/23 überschritten. In den untersuchten Räumen P1/15 und P1/16 lagen die Konzentrationen gerade im Bereich dieser Richtwerte bzw. knapp darunter.

Im Klassenzimmer P1/15 ist erkenntlich, dass durch das Lüften vor Unterrichtsbeginn und in den Pausen nur eine Reduktion um ca. 1/3 gegenüber Standardbedingungen<sup>12</sup> erreicht werden kann. Die Lüftungsmöglichkeiten sind in den Klassenzimmern nicht optimal, da nur vergleichsweise kleine Flächen geöffnet werden können. Weiter wird vermutet, dass die Konzentrationen jeweils recht schnell wieder ansteigen, da neben den Primärquellen auch Sekundärquellen wie Akustikplatten oder Putze zu den Konzentrationen beitragen dürften.

Als Quelle der Naphthalin-Konzentrationen werden teeröbelastete Materialien im Boden und/oder Wandaufbau vermutet. Diese Verbindungen sind als Quelle des charakteristischen Geruchs in den Gebäuden anzusehen. Es ist zu beachten, dass die Naphthalin-Konzentrationen von klimatischen Bedingungen abhängig sind, und dass im Sommerhalbjahr - bei hoher Temperatur und Luftfeuchtigkeit - erfahrungsgemäss die höchsten Konzentrationen auftreten können.

### 4.2 EMPFEHLUNGEN

Kurzfristig empfehlen wir, die Konzentrationen an Naphthalinen in allen Klassenzimmern durch die Aufrechterhaltung eines Lüftungsregimes möglichst tief zu halten. Die Räume sind dazu am Morgen vor Beginn des Unterrichts, sowie während der Nutzungszeit stündlich, bzw. nach jeder Unterrichtslektion für 10 Minuten mit offenen Fenstern und Türen quer zu lüften.

Weiter kann mittelfristig der Einsatz von mobilen mechanischen Lüftungsgeräten oder von Umluftgeräten mit Aktivkohlefiltern zur Reduktion der Konzentrationen geprüft werden.

Als Grundlage für ein Sanierungskonzept zur längerfristigen Reduktion der Schadstoffkonzentrationen durch bauliche Massnahmen empfehlen wir, Sondageöffnungen in den Zwischendecken sowie an Wänden anzubringen und die Materialien auf Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline zu untersuchen. Es ist davon auszugehen, dass für eine nachhaltige Verbesserung der Situation die Primärquellen aus dem Gebäude zu entfernen sind.

<sup>11</sup> Gemessen wurde unter Nutzungsbedingungen jeweils eine Stunde nach der letzten Querlüftung.

<sup>12</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumluftmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen Messungen unter Standardbedingungen. Gemessen wurde unter Nutzungsbedingungen jeweils mindestens acht Stunden nach der letzten Querlüftung.

## 5. FOTODOKUMENTATION



Abb. 1: P1/16, Raumlufmessung Chemie



Abb. 2: P1/15, Raumlufmessung Chemie



Abb. 3: P2/Kindergarten, Raumlufmessung Chemie

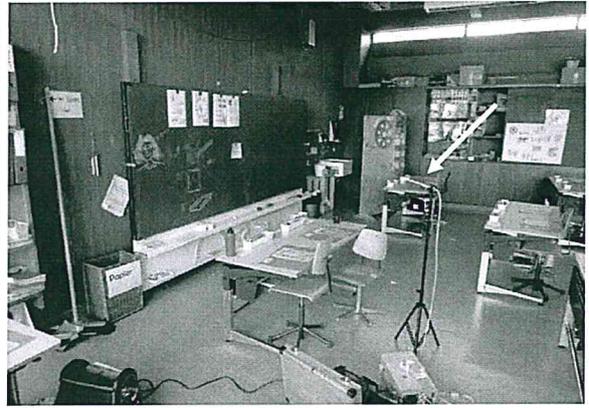


Abb. 4: P2/23, Raumlufmessung Chemie

KGa II

---

## 6. ANHANG I PROBENAHPME

---

### 6.1 CHEMIE – ANALYSE – RAUMLUFT

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV VOC LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-5 und ISO 16000-6 abstützt. Die Anreicherung erfolgte an TENAX TA mit anschliessender GC/MS Auswertung.

Der Summenparameter für flüchtige organische Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) wird gemäss ISO 16000-6 bestimmt und umfasst alle auf TENAX eluierbaren und identifizierten Stoffe im Retentionszeitbereich zwischen n-Hexan und n-Eicosan und oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die Bestimmungsgrenze für chlorierte Verbindungen sowie Acetophenon beträgt  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , für Naphthalin und Benzol  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Die nicht identifizierten Signale werden oberhalb von  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  bei der Summenberechnung des TVOC berücksichtigt.

Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.

### 3. UNTERSUCHUNGSBERICHT

SCHULHAUS GRENZHOF  
LUZERNERSTRASSE 7  
CH-6014 LUZERN

Bau- und Umweltchemie  
Beratungen und Messungen AG

Wasserwerkstrasse 129  
8037 Zürich  
T. +41 (0)44 440 72 11  
F. +41 (0)44 440 72 13

Gerechtigkeitsgasse 80  
3011 Bern  
T. +41 (0)31 550 49 50  
F. +41 (0)31 550 49 51

Postkonto 80-76931-5  
CHE-109.554.251 MWST.

[buc@raumlufthygiene.ch](mailto:buc@raumlufthygiene.ch)  
[www.raumlufthygiene.ch](http://www.raumlufthygiene.ch)



## 3. Untersuchungsbericht 2967-04.1\_korr

<b>Auftraggeber</b>	Stadt Luzern, Immobilien Management, Hirschengraben 17, 6002 Luzern
<b>Objekt</b>	Schulhaus Grenzhof, Luzern
<b>Projektnummer</b>	2016-2967-04.1_korr
<b>Projektleitung</b>	Dominik Suter
<b>Auftrag vom</b>	27. September 2016
<b>Ausführung der Abklärungen:</b>	13. Oktober 2016
<b>Qualitätssicherung:</b>	ph
<b>Anzahl Seiten Bericht:</b>	13

Zürich, 23. November 2016

BUC Bau- und Umweltchemie AG



Dominik Suter

Projektleitung

Dieser Bericht besteht aus oben genannter Anzahl Seiten einschliesslich Deckblatt und darf nur vollinhaltlich, ohne Weglassung oder Hinzufügung, veröffentlicht werden. Wird er auszugsweise vervielfältigt, so ist vorab die Genehmigung der Firma *BUC Bau- und Umweltchemie AG*, Zürich einzuholen. Dieser Bericht wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Bedachtnahme aller bekannten und erhobenen Umstände erstellt. Für über die Aussagen des Berichts hinausgehende Folgerungen und Konsequenzen übernehmen die Aussteller keinerlei Haftung. Bei allfälligen Vorladungen als Zeuge durch das Gericht, muss der Aufwand, sofern nicht vom Gericht gedeckt, durch den Auftraggeber in voller Höhe im Stundenansatz entschädigt werden.

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Ausgangslage</b>	<b>4</b>
<b>2.</b>	<b>Untersuchungen</b>	<b>4</b>
<b>3.</b>	<b>Messergebnisse und Interpretation</b>	<b>7</b>
3.1	Chemie – Analyse	7
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen/ Empfehlungen</b>	<b>10</b>
4.1	Schlussfolgerungen	10
4.2	Empfehlungen	11
<b>5.</b>	<b>Fotodokumentation</b>	<b>12</b>
<b>6.</b>	<b>Anhang I Probenahme</b>	<b>13</b>
6.1	Chemie – Analyse	13

## 1. AUSGANGSLAGE

### Objekt

Die Schulanlage Grenzhof an der Luzernerstrasse 7 in Luzern wurde in den 1960er Jahren in Stahlskelettbauweise erstellt und besteht aus zwei Pavillons, einer Bibliothek und einer Turnhalle. In den untersuchten Klassenräumen und im Kindergarten ist ein Linoleum Bodenbelag eingebracht. Die Wände sind mit Holztäfer verkleidet bzw. verputzt und an den Decken sind Akustikplatten angebracht. Die Räume werden über Radiatoren temperiert und über die Fenster gelüftet.

### Schadensbeschreibung

In den Räumen der Schulanlage klagen die Raumnutzer über auffällige Geruchsbelastungen, welche in den Klassenräumen und in der Turnhalle durch Naphthaline verursacht werden.

### Bisher durchgeführte Massnahmen/ Messungen

Im Januar 2015 wurden in der Schulanlage Grenzhof durch die Fa. BUC Bau- und Umweltchemie AG Raumlufmessungen unter Standardbedingungen<sup>1</sup> durchgeführt<sup>2</sup>. Es wurden auffällige Konzentrationen an Naphthalinen und weiteren Teerölinhaltsstoffen nachgewiesen. In einem der untersuchten Klassenräume im Pavillion 1 wurde der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen überschritten. Im März 2015 wurden Messungen in jeweils zwei Räumen der Pavillons 1 und 2 unter Nutzungsbedingungen<sup>3</sup> durchgeführt<sup>4</sup>. Naphthaline und Teerölinhaltstoffe wurden in allen untersuchten Räumen nachgewiesen. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe dieser Verbindungen sowie der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für Naphthalin wurden in den Räumen P2/Kindergarten sowie P2/23 überschritten. In den unter-

---

<sup>1</sup> Um die Ergebnisse von verschiedenen Raumlufmessungen miteinander zu vergleichen und gegenüber Richtwerten bewerten zu können, erfolgen die Messungen i.d.R. unter Standardbedingungen. Entsprechend der ISO Norm 16000-2 und 16000-5 muss der zu messende Raum 15 Minuten intensiv gelüftet werden und danach etwa 8 Stunden bis zum Ende der Messung geschlossen bleiben.

<sup>2</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-01, Zürich 2015

<sup>3</sup> Gemessen wurde jeweils eine Stunde nach der letzten Querlüftung.

<sup>4</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2015-2967-02, Zürich 2015

### 3. Untersuchungsbericht 2967-04.1\_korr

suchten Räumen P1/15 und P1/16 lagen die Konzentrationen gerade im Bereich dieser Richtwerte bzw. knapp darunter.

Im Juli 2015 wurde im Rahmen eines Gebäudechecks zur Identifikation schadstoffhaltiger Baumaterialien<sup>5</sup> ermittelt, dass im Zwischenboden eine PAK<sup>6</sup>-haltige Spreuschüttung vorhanden ist. Dieses Material ist als Quelle der beschriebenen Schadstoffe in der Raumluft anzusehen.

---

<sup>5</sup> BUC Bau- und Umweltchemie AG, Untersuchungsbericht 2014-2967-03, Zürich 2015  
Untersucht wurde der Zwischenboden des Schulzimmers Nr. 16 im OG des Pavillon 2

<sup>6</sup> PAK = polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

## 2. UNTERSUCHUNGEN

### Auftrag

Die Fa. BUC Bau und Umweltchemie AG wurde beauftragt, Raumluftmessungen auf flüchtige organische Verbindungen (VOC) in den bereits im März 2015 untersuchten Räumen durchzuführen und die Ergebnisse zu vergleichen sowie gesundheitlich zu bewerten.

### Messpunkte

Die untersuchten Messpunkte sind in der Tab. 1 zusammengestellt.

Tab. 1: Übersicht über die durchgeführten Messungen

Bereich	Parameter	P1/15	P1/16	P2/KiGa II	P2/23
Chemie	Flüchtige organische Verbindungen in der Raumluft	x	x	x	x

### Mess- und Randbedingungen

Die chemischen Luftanalysen erfolgten mittels aktiver Probenahme - beschrieben im Anhang I - unter Nutzungsbedingungen<sup>7</sup> an den untersuchten Messpunkten. Die Raumlufttemperaturen und die relativen Luftfeuchtigkeiten an den Messpunkten sind in der Tab. 2 des folgenden Kapitels 3.1 aufgeführt.

---

<sup>7</sup> Vor der Messung wurde durch fünfzehnminütiges Öffnen von Türen und Fenstern intensiv gelüftet. Türen und Fenster wurden anschliessend wieder geschlossen und nach einer Wartezeit von einer Stunde wurde die Luftprobe genommen.

### 3. MESSERGEBNISSE UND INTERPRETATION

#### 3.1 CHEMIE – ANALYSE

##### Ergebnisse

Die Tab. 2 zeigt den TVOC-Wert (Total Volatile Organic Compounds) und eine Zusammenstellung aller chemischen Verbindungen bzw. ihrer Summen, die in einer relevanten Konzentration nachgewiesen wurden. Des Weiteren sind die Konzentrationen der Naphthaline und Teerölinhaltstoffe angegeben. Alle anderen Stoffe sind - im Vergleich zu entsprechenden Richtwerten<sup>8</sup> oder statistisch erhobenen Raumluftkonzentrationen<sup>9,10,11</sup> - in niedrigen Konzentrationen vorhanden und werden nicht weiter bewertet. Zum Vergleich sind zudem die im März 2015 unter Nutzungsbedingungen gemessene Werte aufgeführt (grau hinterlegt).

Tab. 2: Chemische Verbindungen, die in einer relevanten Konzentration auftreten

Messpunkte		P1/15		P1/16*		P2/KiGa II		P2/23	
Messdatum		März 2015	Okt. 2016	März 2015	Okt. 2016	März 2015	Okt. 2016	März 2015	Okt. 2016
Temperatur		21.9° C	20.4° C	22.5° C	18.7° C	22.8° C	23.2° C	24.0° C	21.8° C
rel. Luftfeuchte		33.9%	45.0%	39.5%	44.8%	33.0%	45.0%	30.0%	50.3%
Verbindung	CAS Nr.	[µg/m <sup>3</sup> ]							
TVOC	-	165	38	49	21	360	216	147	382
Summe Teerölinhaltstoffe / Naphthaline	-	31	24	26	11	51	50	60	74
Summe Naphthaline	-	22	18	18	8	40	38	45	58
Naphthalin	91-20-3	11	9	8	4	22	21	24	32

\* Im Raum P1/16 wurden vor Beginn der Messung geöffnete Kippfenster vorgefunden.

<sup>8</sup> Pluschke P., Luftschadstoffe in Innenräumen, Springer-Verlag, Berlin, 1996

<sup>9</sup> DIWODAT, Interne Datenbank der Fa. BAU- UND UMWELTCHEMIE Beratungen + Messungen AG, Stand Juli 2015

<sup>10</sup> Umweltbundesamt, Bereitstellung einer Datenbank zum Vorkommen von flüchtigen organischen Verbindungen in der Raumluft, WaBoLu-Heft 05 08, 2007

<sup>11</sup> H.-D. Neumann, (UK NRW (Unfallkasse Nordrhein-Westfalen), Gesunde Luft in Schulen, 2013

### **Gesamtsituation (TVOC) – Interpretation**

Der gemessene Gehalt an Lösemitteln in der Raumluft, die sogenannte TVOC-Konzentration, liegt an den Messpunkten bei 21 bis 382  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (vgl. Tab. 2).

Üblicherweise werden in Wohnungen und Klassenzimmern Werte zwischen 250 und 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  gemessen. Für einen beschwerdefreien Aufenthalt soll auf Dauer ein TVOC-Wert im Bereich von 1'000 bis 3'000  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nicht überschritten werden. Ziel sollte es sein, zur Sicherung raumlufthygienischer (keine toxikologische Begründung) und angenehmer Raumluftverhältnisse<sup>12</sup> in Innenräumen im langzeitigen Mittel eine TVOC-Konzentration von 200 bis 300  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zu erreichen bzw. nach Möglichkeit sogar zu unterschreiten.

### **Summe Teerölinhaltsstoffe und Naphthaline – Interpretation**

Die gemessenen Summenkonzentrationen der flüchtigen Teerölinhaltsstoffe liegen unter Nutzungsbedingungen zwischen 11 und 74  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und setzen sich hauptsächlich aus Naphthalinen (Naphthalin, 2-Methylnaphthalin, 1-Methylnaphthalin) zusammen (vgl. Tab. 2). Die Einzelverbindung Naphthalin wurde in Konzentrationen von 4 bis 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  nachgewiesen.

Für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline besteht ein vorläufiger Eingreifwert<sup>13</sup> von 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  und ein vorsorglicher Richtwert von 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . An den Messpunkten im Pavillion 1 wird der Eingreifwert zum Messzeitpunkt unter- und im Pavillion 2 überschritten.

Der gesundheitliche Eingreifwert für die Einzelverbindung Naphthalin liegt bei 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , der empfohlene WHO-Jahresmittelwert<sup>14</sup> liegt bei 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Der Eingreifwert wird am Messpunkt P2/23 und der WHO-Jahresmittelwert am Messpunkt P2/KiGa II überschritten.

Im Vergleich zu der Messreihe im März 2015 wurden im Pavillion 1 tiefere Konzentrationen gemessen. Insbesondere der aktuelle Wert am Messpunkt P1/16 macht nur noch rund 40 % der im März gemessenen Konzentration aus. Die Fenster

---

<sup>12</sup> Seifert B., Richtwerte für die Innenraumluft - Die Beurteilung der Innenraumluftqualität mit Hilfe der Summe der flüchtigen organischen Verbindungen (TVOC-Wert), Bundesgesundheitsblatt – Bundesgesundheitsblatt-Gesundheitsforschung-Gesundheitsschutz 42, S. 270-278, 1999

<sup>13</sup> Umweltbundesamt, Richtwerte für die Innenraumluft: Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen, Bundesgesundheitsblatt 56(10): 1448-1459, 2013

<sup>14</sup> World Health Organization, WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected Pollutants, Dezember 2010

## 3. Untersuchungsbericht 2967-04.1\_korr

in diesem Raum waren über die Nacht in gekippter Stellung und die Temperatur lag rund 4 °C tiefer. Die aktuelle Konzentration im Pavillion 2 am Messpunkt P2/KiGa II ist praktisch identisch hoch wie im März 2015 und der Wert am Messpunkt P2/23 fällt aktuell höher aus.

Teerölinhaltsstoffe sind Bestandteile von PAK-haltigen Baumaterialien. Im vorliegenden Objekt wurde in einem exemplarisch untersuchten Zwischenboden eine PAK-haltige Spreuschüttung identifiziert.

Je nach Zusammensetzung bewegt sich die Geruchsschwelle von Naphthalin-gemischen erfahrungsgemäss zwischen 20 und 50 µg/m<sup>3</sup>.

## 4. SCHLUSSFOLGERUNGEN/ EMPFEHLUNGEN

### 4.1 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Es wurden jeweils zwei Messpunkte im Pavillion 1 und 2 auf flüchtige organische Verbindungen untersucht und mit den Resultaten vom März 2015 verglichen. Der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline sowie der von der WHO empfohlene Jahresmittelwert für die Einzelverbindung Naphthalin wurden wie bereits im März 2015 in den zwei untersuchten Räumen des Pavillion 2 überschritten. Die in der aktuellen Messkampagne nachgewiesenen Konzentrationen sind praktisch identisch (P2/KiGa II) bzw. höher ausgefallen als im März 2015 (P2/23).

Im Pavillion 1 am Messpunkt P1/15 werden der gesundheitliche Eingreifwert für die Summe der Teerölinhaltstoffe und Naphthaline sowie der empfohlene Jahresmittelwert der WHO knapp unterschritten. Zum Messzeitpunkt im März 2015 wurden die entsprechenden Richtwerte noch knapp überschritten. Am Messpunkt P1/16 liegen die Werte deutlich tiefer als im März 2015. Es gilt aber zu berücksichtigen, dass die Fenster in diesem Raum über die Nacht in gekippter Stellung waren und die Messung im Vergleich bei einer deutlich geringeren Temperatur stattfand. Da die Naphthalin-Konzentration von den klimatischen Bedingungen abhängt, kann eine zeitweise Überschreitung der oben genannten gesundheitlichen Richtwerte in diesen Räumen im Jahresverlauf nicht ausgeschlossen werden. Bei hohen Temperaturen und Luftfeuchtigkeit in den Sommermonaten muss mit höheren Konzentrationen gerechnet werden.

Aufgrund der Messergebnisse besteht sowohl aus gesundheitlicher wie auch geruchlicher Sichtweise Handlungsbedarf.

## 4.2 EMPFEHLUNGEN

Kurzfristig empfehlen wir aufgrund der geruchs- und gesundheitsrelevanten Konzentrationen an Teerölinhaltstoffen und Naphthalinen, die Belastung in allen Klassenzimmern durch die Aufrechterhaltung eines Lüftungsregimes möglichst zu minimieren. Die Räume sind dazu am Morgen vor Beginn des Unterrichts, sowie während der Nutzungszeit stündlich, bzw. nach jeder Unterrichtslektion für 10 Minuten mit offenen Fenstern und Türen quer zu lüften.

Wie bereits im letzten Untersuchungsbericht hingewiesen, kann der Einsatz von mechanischen Lüftungsgeräten oder von Umluftgeräten mit Aktivkohlefiltern zur Reduktion der Konzentrationen eingesetzt werden. Falls eine solche Lösung in Betracht gezogen wird, wird empfohlen, die Auswirkungen eines definierten Luftwechsels auf die Naphthalin- und Teeröl-Konzentrationen in einem Raum zu simulieren und messtechnisch zu untersuchen.

## 5. FOTODOKUMENTATION



Abb. 1: Pavillion 1, Raum P1/15, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 2: Pavillion 1, Raum P1/16, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 3: Pavillion 2, Raum P2/23, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.



Abb. 4: Pavillion 2, Raum P2/KiGa II, Raumluftmessung auf flüchtige org. Verb.

## 6. ANHANG I PROBENAHRME

### 6.1 CHEMIE – ANALYSE

#### **Flüchtige organische Verbindungen – Tenax**

Die Probenahme erfolgte nach der Arbeitsvorschrift *AV VOC LUFT*, die sich auf die Richtlinien ISO 16000-5 und ISO 16000-6 abstützt. Die Volumenströme der Probenahmegeräte werden normiert auf Standardbedingungen (20 °C, 1013.25 mbar). Die Anreicherung erfolgte an TENAX TA mit anschliessender GC/MS Auswertung.

Der Summenparameter für flüchtige organische Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compounds) wird gemäss ISO 16000-6 bestimmt und umfasst alle auf TENAX eluierbaren und identifizierten Stoffe im Retentionszeitbereich zwischen n-Hexan und n-Eicosan und oberhalb ihrer Bestimmungsgrenzen von 10 µg/m<sup>3</sup>. Die Bestimmungsgrenze für chlorierte Verbindungen sowie Acetophenon beträgt 5 µg/m<sup>3</sup>, für Naphthalin und Benzol 2 µg/m<sup>3</sup>. Die nicht identifizierten Signale werden oberhalb von 10 µg/m<sup>3</sup> bei der Summenberechnung des TVOC berücksichtigt.

Auf Anfrage werden weitere, nicht benannte Kenndaten zu Messungen und Analysen (Messunsicherheit etc.) mitgeteilt.