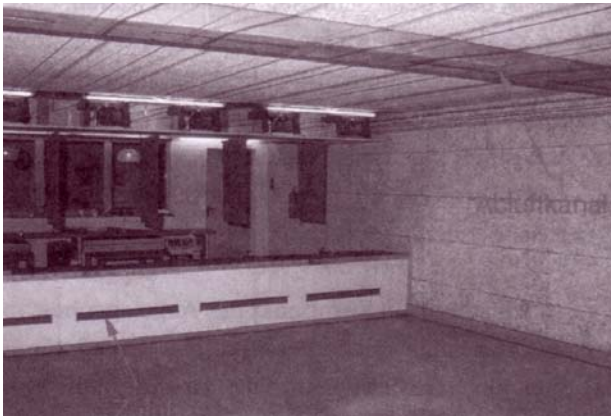


unterscheiden wir zwei Arten: die Mischlüftung und die Verdrängungslüftung. Diese beiden Lüftungsarten sind vom Aufbau, von der Wirkungsweise und daher vom Einsatzbereich her sehr unterschiedlich. Eine Kombination dieser Lüftungsarten ist aus lufttechnischer Sicht in einem Raum unsinnig. Es werden im übertragenen Sinne Äpfel und Birnen miteinander kombiniert und der Effekt ist eine nicht funktionierende, zu Klagen Anlass gebende, Lüftungsanlage.

Nachfolgend die Erläuterung der unterschiedlichen Wirkungsweise der Misch- und der Verdrängungslüftung.

Mischlüftung

Hierbei wird die Zuluft aus einem entsprechend gestalteten Luftauslass mit hoher Geschwindigkeit in den Raum eingeblasen. Dies spürt man auch im Abstand von ca. 1 m. Durch die hohe Einblasgeschwindigkeit entsteht an den Rändern des Luftstrahls ein Unterdruck. In diesen Unterdruckbereich strömt Raumluft nach und vermischt sich mit der eingeblasenen Frischluft. Dadurch wird die Menge der bewegten Luft größer und die Geschwindigkeit immer niedriger. Ab einer gewissen Entfernung vom Luftauslass beginnt ein Teil der eingeblasenen Luft (vermischt mit Raumluft), wegen des Unterdrucks, an den Einblaspunkt zurückzuströmen. Dieses bezeichnet man als Luftwalze. Diese Luftwalze bewirkt, dass sich, je nach Raumgröße, weitere Luftwalzen bilden (siehe Bild 1+2). Dieses bedeutet für den Bereich eines Schießstandes, dass durch solche Luftwalzen Gase und Stäube gegen die Schussrichtung transportiert werden und so in den Atembereich der Schützen gelangen. Diese Luftströmung sorgt konsequent für eine gleichmäßige Verteilung der Luftverunreinigungen über den gesamten Raum.



Beispiel einer Mischlüftung

Diese Art der Lüftung ist also nur für Bereiche geeignet, wo keine gasförmigen Schadstoffe und Stäube schnell abgeführt werden müssen. Auf Schießstände übertragen bedeutet dieses: Mischlüftung ist geeignet für Aufenthaltsräume, Umkleieräume und Luftdruckwaffenstände.

Das System der Mischlüftung erkennt man daran, dass in mehr oder weniger regelmäßigen Abständen im Decken- oder/und Wandbereich einzelne Luftauslasselemente angeordnet sind.

Bei nicht sorgfältiger Auswahl und Anordnung dieser Luftauslässe besteht die Gefahr, dass es zu sehr unangenehmen Zugerscheinungen kommt. Bei den geringen Luftmengen wie sie in den vorgenannten Räumen benötigt werden, ist dieses allerdings von jedem **Fachmann** problemlos zu bewältigen.

Die leider übliche Praxis, einige wenige Luftauslässe mit hoher Luftleistung im Bereich der Schützen anzuordnen, führt zu starken Zugerscheinungen und ist aus fachlicher Sicht schlicht Stümperei.

Nach dem Motto „lieber vergiftet als erkältet“ werden die Anlagen meistens abgeschaltet. Abgesehen von den gesundheitlichen Folgen, ist das auch nicht der Sinn einer Lüftungsanlage!

Der entscheidende Nachteil beim Einsatz der Mischlüftung in Schießanlagen ist jedoch die ungenügende Abfuhr der Schadstoffe aus der Raumluft. Ursache hierfür sind die bei diesem System entstehenden Luftwalzen (Luftumlenkungen), da jede Änderung der Luftrichtung zur Folge hat, dass die in der Luft schwebenden Stäube abgeschieden werden.

Das bedeutet: Pulver- und Bleistäube lagern sich auf dem Boden ab. Beim Scheibenwechsel auf Pistolenständen werden diese Stäube durch das Darüber gehen aufgewirbelt und gelangen in sehr konzentrierter Form in den Atembereich.

Die Kurve a in Bild 3 zeigt Messwerte, die von einem Schießstand stammen, welcher mit Mischlüftung ausgerüstet war. Innerhalb von ca. 5 Minuten erhöhte sich die Zahl der in der Raumluft enthaltenen Staubpartikel von ungefähr 2000 auf 120.000 bis 200.000, d.h. auf das 60-100-fache. Der Abbau der Staubpartikel in der Schießpause erfolgte nur sehr langsam auf 60.000-80.000 Partikel. Während der nächsten Schussfolge stieg die Partikelzahl in weniger als einer Minute wieder auf 200.000 an. Nach Beendigung des Schießens waren noch mindestens 20 Minuten erforderlich, um den Ausgangswert zu erreichen!

Der untersuchte Schießstand wurde hierbei mit einem 23-fachen Luftwechsel betrieben, d.h. ca. jede 2,5 Minuten wurde der Luftinhalt des Schießstandes erneuert. Eine versuchsweise durchgeführte weitere Erhöhung des Luftwechsels führte zu keinem besseren Ergebnis, d.h. mit diesem System ist man, bei hoher Schadstoffbelastung der Luft, auf dem Holzweg.

Verdrängungslüftung

Im Gegensatz zum Mischprinzip sorgt die Verdrängungslüftung mit einer turbulenzarmen Raumluftströmung (auch als Kolbenströmung bezeichnet) für einen direkten Transport von Partikeln und Gasen ohne Rückströmungen zu den Abluftöffnungen. Dieses wird in der Industrie schon seit zig Jahren genutzt um sog. „Reinräume“ im pharmazeutischen und elektronischen Produktionsbereich (z.B. bei CD's) staubfrei zu halten. Nach aufwendigen Langzeitmessungen funktioniert dieses System auch bei Raumlängen von 100 m und mehr.



Beispiel einer Mischlüftung

Das optimale System sieht folgendermaßen aus: Die Zuluft wird hierbei ausschließlich hinter dem Schützen großflächig über die gesamte Stirnwand mit sehr geringer Geschwindigkeit eingeblasen. Die Art und Form der Lufteinbringung ist hier von entscheidender Bedeutung. In der Wand sollten möglichst keine Türen und Fenster sein, um die Luftströmung nicht zu behindern. Die Luftmenge wird so bemessen, dass dabei eine Luftströmungsgeschwindigkeit von 0,25 m/s, gesehen auf den gesamten Raumquerschnitt, eingehalten wird. Dies kann auch, in begründeten Einzelfällen, noch reduziert werden. Die Absaugung der Abluft geschieht am Geschossfang, und zwar im Idealfall oben und unten, um alle Stäube und Gase vollständig aus dem Raum zu entfernen. (siehe Bild 4, 5, 6)

Die Luft wird also durch den gesamten Raum geschoben. Es kann keine Rückströmung auftreten, da sich keine Luftwalzen ausbilden.

Bei sorgfältiger Planung und frühzeitiger Einschaltung eines Fachingenieurs für Lufttechnik, noch während der skizzenhaften Gestaltung durch den Architekten, ist kein Kanalsystem innerhalb des Raumes notwendig. Der Raum kann von der Rohbauhöhe her niedriger gehalten und damit werden Kosten eingespart werden.

Die Messdaten der Kurve b im vorher gezeigten Bild 2 beweisen überzeugend, dass die Partikelbelastung der Luft bei diesem Lüftungssystem deutlich niedriger liegt und zudem schneller und besser abgebaut wird. Die max. Partikelbelastung liegt nur noch bei 30.000, d.h. gegenüber den Werten des Mischlüftungssystems wird eine Reduzierung der Schadstoffe von 80-85% erreicht! Das wichtigste ist aber, dass durch die nicht vorhandenen Rückströmungen keine Schadstoffe in den Atembereich des Schützen gelangen können.

Umrüstung bestehender Anlagen

Bei Umrüstung von bereits bestehenden Schießanlagen sind die oben beschriebenen Voraussetzungen nicht immer vorhanden. Ist z. B. bei kleineren Schießanlagen mit wenigen Ständen die Einbringung der Zuluft hinter dem Schützen aus Platzgründen nicht möglich, so gibt

es hier noch eine Alternative. Die Zuluft kann notfalls oben an der Decke und seitlich senkrecht hinter dem Schützen eingebracht werden. Dieses ist aber nur die zweitbeste Lösung und nur anzuwenden, wenn es nicht anders geht.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, einen Teil der Zuluft - wie vor dargestellt - hinter dem Schützen einzubringen und die restliche Luftmenge über die Brüstung in Richtung Kugelfang einzublasen. Auch in diesem Fall darf die Luft über spezielle Lufteinlässe nur in den Raum „plätschern“ und nicht mit hoher Geschwindigkeit eingeblasen werden.

Ein weiteres Kriterium bei Umrüstungen ist die Platzierung der Abluftöffnungen. Eine Absaugung in Bodennähe ist nicht immer möglich. Notfalls kann die Abluftöffnung im Bereich des Geschossfanges auch nur unter der Decke angeordnet sein. Eine Teilabsaugung der Abluft im Bereich der Schießbahnen ist ebenfalls möglich, muss jedoch individuell an die Schießanlage angepasst werden.

Offene Schießstände bei denen aus akustischen Gründen der Schützenstand und ein Teil der Schießbahn geschlossen ist dürfen aus strömungstechnischen Gründen niemals mit einer Absaugung versehen werden. Wird nämlich eine Abluftanlage installiert, so strömt bei diesen eingehausten Ständen die Zuluft von vorne entgegen der Schussrichtung in den Schützenbereich ein und schiebt so die belastete Luft zum Schützen hin. Aus diesem Grunde ist grundsätzlich eine Zuluftanlage vorzusehen. Die Zuluft muss, wie vor beschrieben, hinter dem Schützen eingeblasen werden. Die Lufteinblasung sollte ebenfalls über die gesamte Rückwand erfolgen.

Aufbau einer Lüftungsanlage

Eine Lüftungsanlage für Schießanlage für Feuerwaffen darf nur mit reiner Außenluft betrieben werden. Im Falle der Erwärmung sollte über eine Wärmerückgewinnung nachgedacht werden, da hierdurch die Heizkosten bis zu 50% reduziert werden können. Die Investitionskosten einer solchen Wärmerückgewinnung werden z.T. über die dann geringere Investition für die Heizungsanlage wettgemacht.

Kosten

Die Frage nach den Kosten ist ein so vielfältiges Thema, dass dazu keine allgemeinen Aussagen getroffen werden können. Wenn ich danach gefragt werde, kann ich nur zurückfragen: Was kostet ein Auto? Genau so viele kostenrelevante Entscheidungskriterien wie bei einem Auto spielen nämlich bei einem Schießstand eine Rolle.

So muss vor Beginn der Planung, d. h. vor dem ersten Strich des Architekten, das Anforderungsprofil abgeklärt sein. Es muss u.a. geklärt werden:

- die Schießarten (z.B. Verteidigungsschießen, Polizei)
- Nutzungsdauer in Stunden/Woche
- Raumtemperatur im Winter (Beheizung?)
- Heizmedium (Gas, Öl, Strom)
- Vermietungen (Arbeitsstättenrichtlinien!)
- Mehrfachnutzung usw.

Man sieht, dass die Einschaltung eines kompetenten Fachingenieurs mindestens so notwendig ist wie die Einschaltung eines Statikers oder eines Architekten. Eine allgemeine Kostenübertragung mittels spezifischer Kosten von einem Objekt auf das andere ist aufgrund der vielen mitspielenden Faktoren nicht möglich.

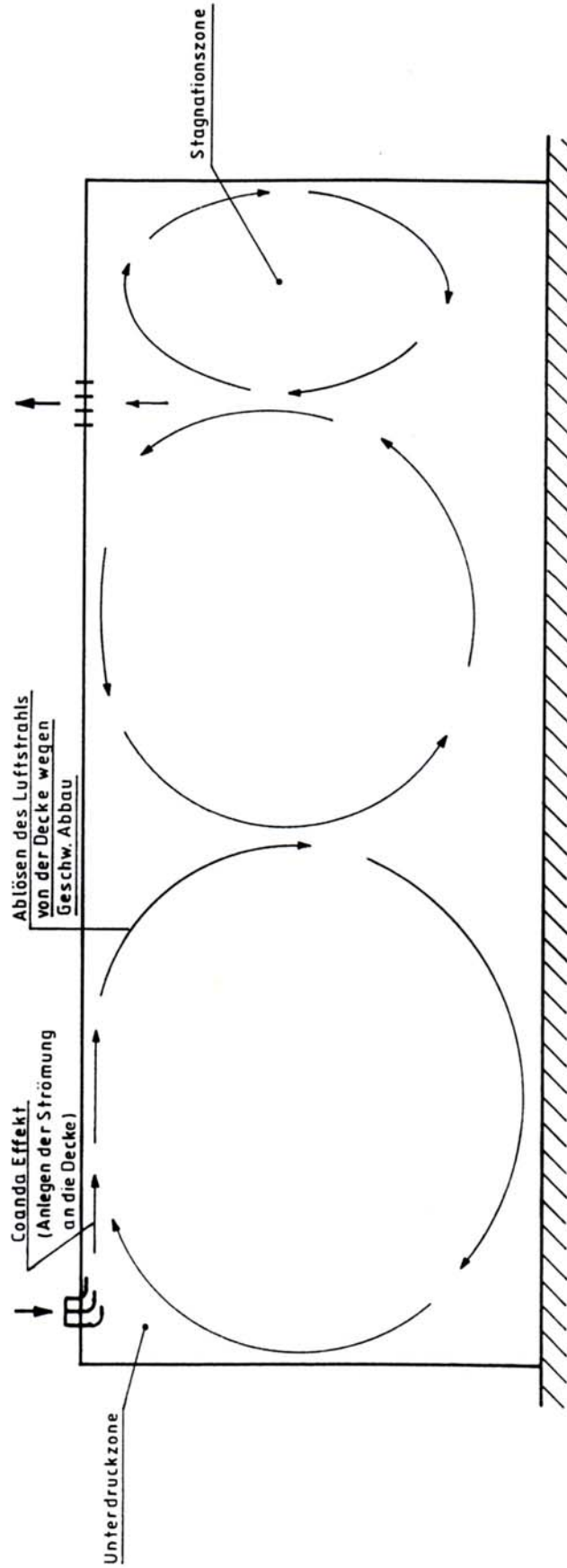
Zusammenfassung

An eine Be- und Entlüftungsanlage für innenliegende Schießanlagen sind aufgrund spezifischer, sonst nicht üblicher Betriebsbedingungen auch besondere Anforderungen zu stellen. Unterschiedliche Auslegungen bedingt durch verschiedene Schießstandanlagen wie Luftdruckwaffenstände, Vorderladerstände usw. sind zu berücksichtigen.

Wegen der komplizierten technischen Zusammenhänge ist für die Planung solcher Anlagen die Einschaltung eines kompetenten Fachingenieurs zwingend notwendig. Die Konzipierung der Schießanlage sollte als Zusammenarbeit zwischen Architekt und Fachingenieur erfolgen, damit eine zweckmäßige und kostensparende Anordnung und Dimensionierung der raumluftechnischen Anlage erfolgt.

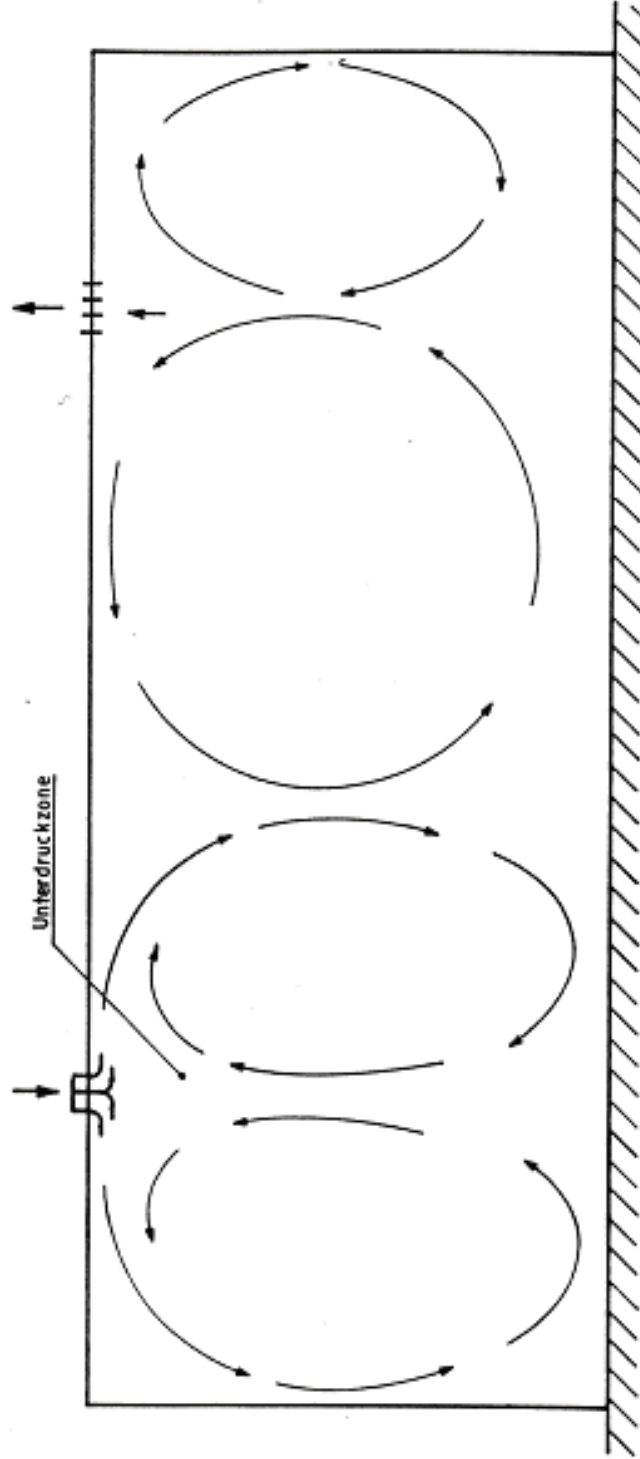
Mit konventionellen Lüftungsmethoden sind, auch bei extrem hohen Luftwechselzahlen bzw. Zuluftströmen, zulässige Schadstoffkonzentrationen in geschlossenen Schießständen nicht zu erzielen. Als einzige Lösung ist nur die **turbulenzarme Verdrängungslüftung (Kolbenströmung)** möglich. Durch die bisher durchgeführten Messungen und Beobachtungen wurde zweifelsfrei nachgewiesen, dass sich nur durch dieses System beachtliche Verbesserungen der Luftqualität erreichen lassen. Daher wird in NRW dieses System für Schießstände der Polizei und andere gewerblich genutzte Schießstände seit 1978 durch Ministerialerlass zwingend vorgeschrieben.

Mischlüftung 1 allgemein



Keine gleichmäßige Strömung, Abtransport von Schadstoffen (gasförmig) nur bedingt möglich, Stäube sinken wegen der niedrigen und umgelenkten Strömung auf den Boden. Wird ein Abluftgitter zu nahe am Lufteinlass platziert, dann wird fast nur Frischluft abgesaugt!

Mischlüftung 2 allgemein



sonst wie Bild 1

Diagramm
(Vergleich durch Partikelzählung)

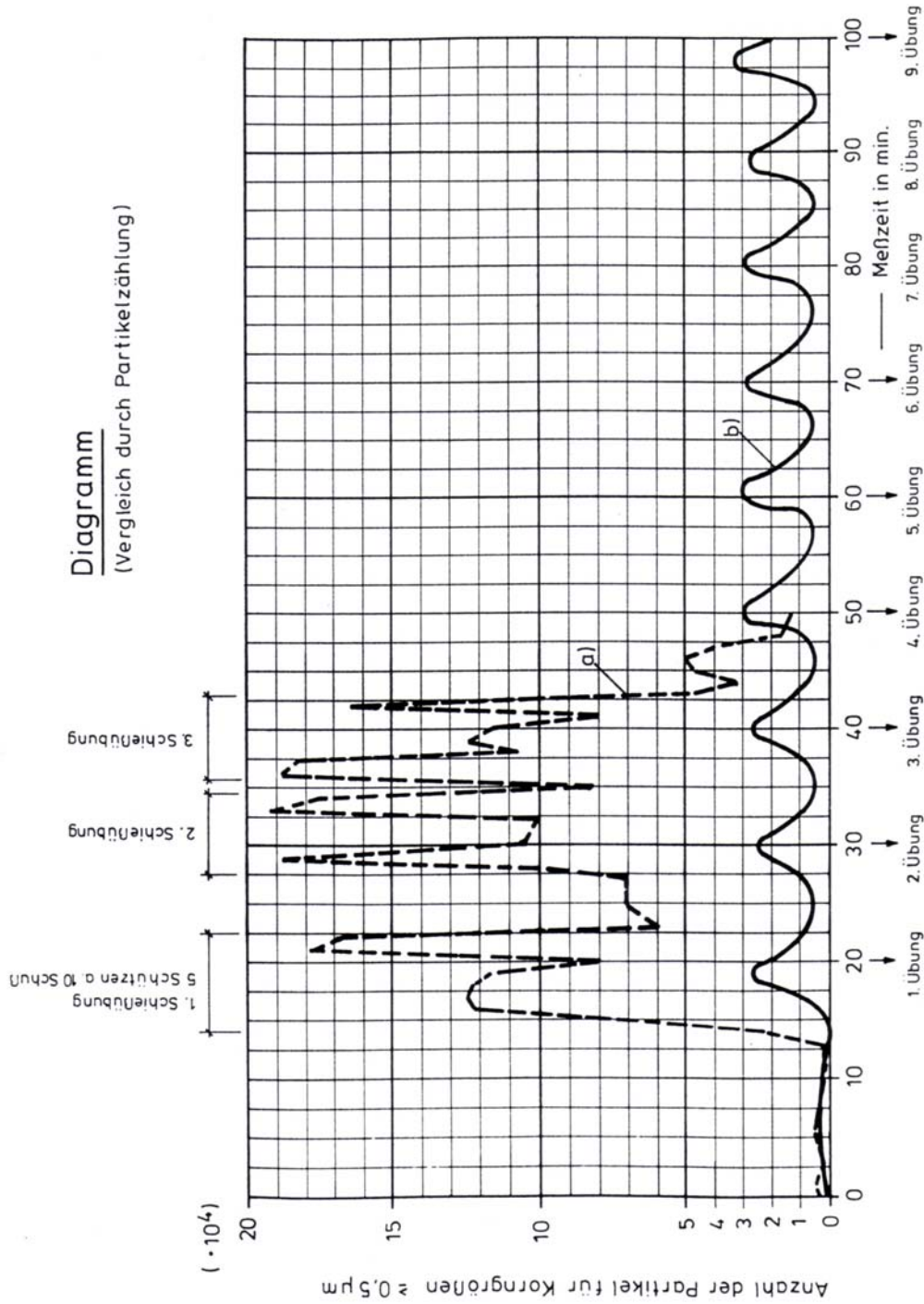
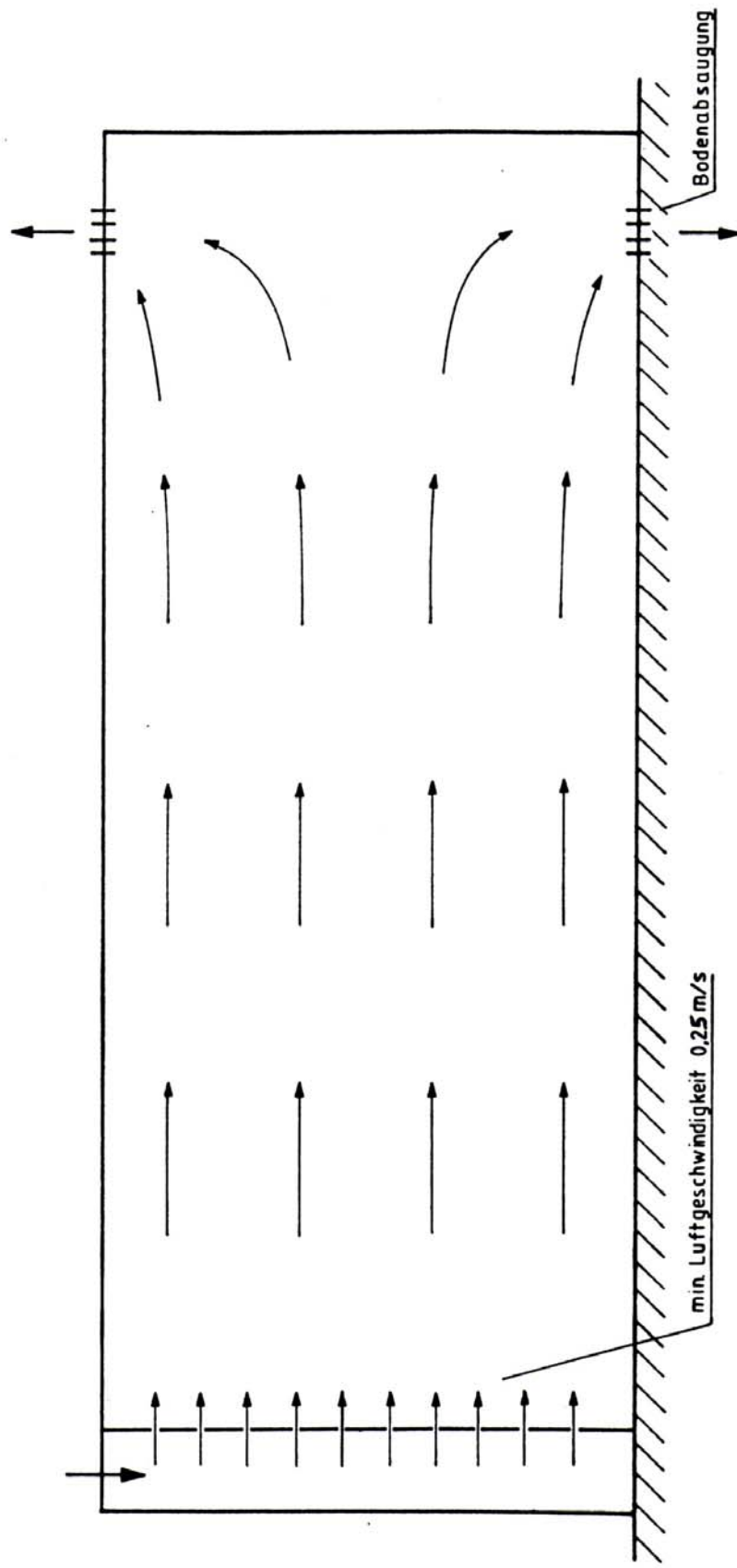


Diagramm 1: Messergebnisse von Partikelzählungen in einer 100m -Bahn (Gewehrschießstand)

a) Konventionelle Luftführung

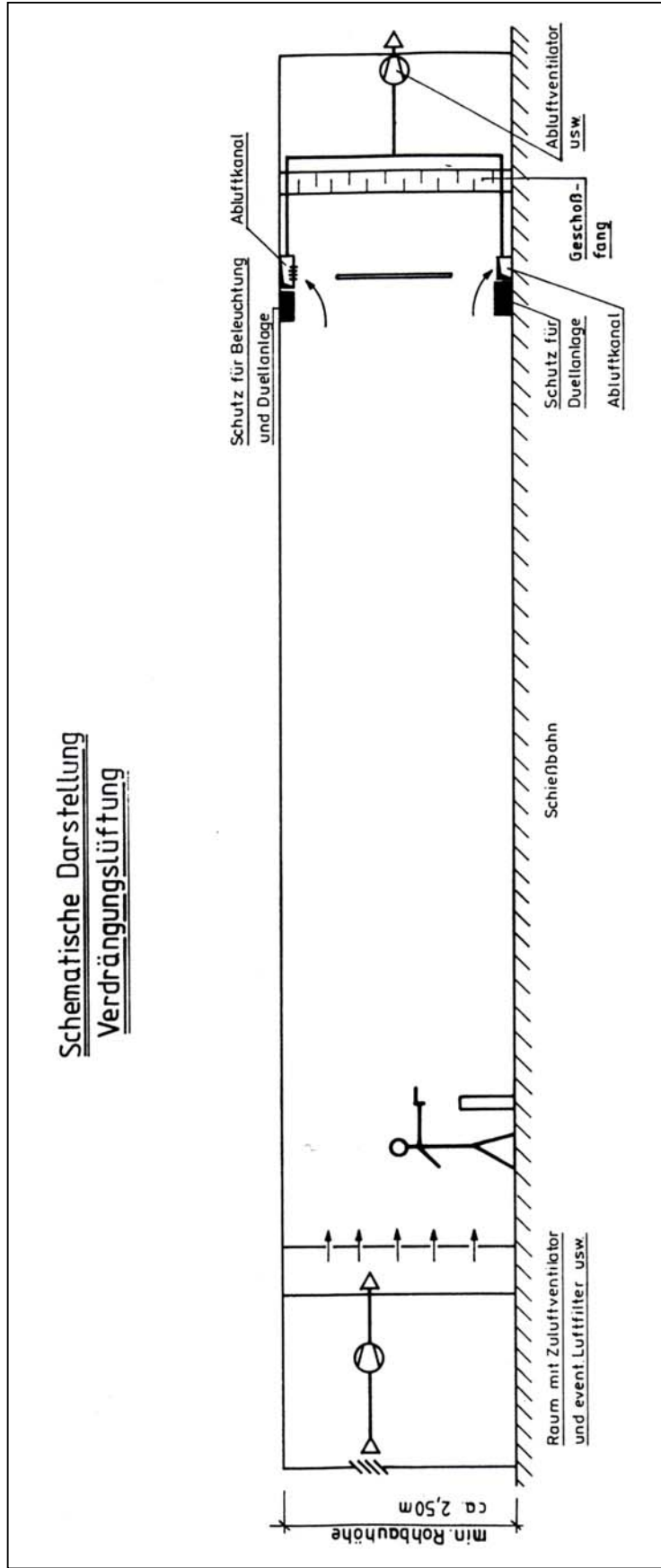
b) Turbulenzarme Verdrängungsströmung

Verdrängungslüftung



Keine Luftwirbel, Staub und Schadstoffe werden vollständig abgesaugt.

Schematische Darstellung
Verdrängungslüftung



Schematische Darstellung – Verdrängungslüftung

mögliche Anordnung Zuluftauslass oben und seitlich bei Umbau (Platzmangel) von kleinen Schießständen.

