

Regenwassernutzung beim Umbau des Franken-Stadions Nürnberg zur Fußball-Weltmeisterschaft 2006 Planung und Umsetzung unter technischen und wirtschaftlichen Aspekten

Christoph Benoist / Klaus Werthner, Nürnberg - Schwabach

1 Einleitung

Das Nürnberger Stadion ist sicher die älteste Sportarena unter den zwölf Ausrichterstädten der Fußballweltmeisterschaft 2006 und hat daher bereits etliche Umbauten und Erweiterungsmaßnahmen hinter sich.

Das Stadiongelände nach der Planung des städt. Gartendirektors Alfred Hänsel aus den Jahren 1926/27 ist in das Landschaftsareal des Volksparks Dutzendteich eingebettet, wobei die 4-reihige Eichenallee der Hans-Kalb-Straße mit der im Osten angrenzenden Dauerkleingartenanlage zugleich Spannungsbogen und Rückgrat des Landschaftsraums bildet. Die zwischenzeitlich denkmalgeschützten Tribünenbauten wurden vom Architekten Otto Ernst Schweizer entworfen.

Nachträgliche Überformungen der nordwestlich gelegenen Bereiche für die Reichsparteitage des 3. Reiches (Zeppelinfeld) und von 1999/2000 (Eis-Arena) konnten die ursprüngliche Konzeption des Stadion-Oktagons mit dem benachbarten Stadionbad und den Nebenplätzen nur bedingt beeinträchtigen.

Im Jahr 1964 wurde das Nürnberger Stadion erweitert und ringsum mit einer steilen Betontribüne versehen, welche dann Ende der Achtziger Jahre beim Umbau zum jetzigen Franken-Stadion wieder abgebrochen wurde. Die Planung erfolgte nach einem Architektenwettbewerb durch die 1. Preisträger Günter W. Wörrlein, Nürnberg und Gerhard Thiele, Schwabach. Entsprechend den Forderungen des DFB wurde damals alle Zuschauerplätze überdacht. Das Rasenspielfeld und die 400-m-Bahn im Innenraum des Stadions wurden vollständig neu in wasserdurchlässiger Bauweise erstellt. – Leider war es vor nunmehr 15 Jahren nicht durchsetzbar, das anfallende Niederschlagswasser der riesigen Tribünenendächer und der Sportflächen sinnvoll zu nutzen; ganz im Gegenteil wurde ein neuer Sammler DN 2000 als Mischwasserkanal gebaut, über den das gesamte Regenwasser aus dem Stadionbereich zur 8 km entfernten Kläranlage an der Fürther Stadtgrenze abgeleitet wurde.

1.1 Weitere Entwicklung

Das Gesamtkonzept für den Umbau des Franken-Stadions wurde aus der Bewerbung der Stadt Nürnberg zur aus dem Jahr 2001 auf der Grundlage des FIFA-Pflichtenheftes weiterentwickelt. Mit der Planung der Außen- und Freisportanlagen einschließlich der Verkehrsflächen im eingefriedeten Stadionbereich wurde die Thiele LandschaftsArchitekten GmbH beauftragt.

Neben der Umgestaltung der Stadionvorflächen und der Aufenthaltsbereiche für die Zuschauer innerhalb der Stadion-Einfriedung muss auch der gesamte Innenraum des Stadions umgeplant werden. Um für alle Zuschauer die uneingeschränkte Sicht auf das Spielfeld sicher zu stellen, ist eine Absenkung des Spielfeldes und der Rundlaufbahn um 1,30 m gegenüber dem jetzigen Niveau erforderlich.

Bereits während der Bewerbungsphase im Herbst 2001 wurde deutlich, dass es zu Problemen mit dem Grundwasser, insbesondere im südöstlichen Bereich kommen kann. Anhand langfristiger Beobachtungen und Messungen der LGA Nürnberg wurde zwischen der Hans-Kalb-Straße und der Südost-Tribüne, also außerhalb des Stadions Grundwasserstände im jahreszeitlichen Schwankungsbereich von 318,21 NN bis

318,88 NN festgestellt. Da jedoch auf und unter dem Spielfeld im Stadion-Innenbereich bei 318,87 NN im Beobachtungszeitraum von mindestens 15 Jahren kein Grundwasser anzutreffen war, muss angenommen werden dass der vorhandene Regenwasserkanal aus der Zeit des Stadion-Neubaus 1926/27 in einer Tiefe von ca. 317,30 NN verlegt das eventuell von außen zusickernde Grundwasser in das städtische Kanalnetz ableitete und dies gegenwärtig immer noch tut.

Bei der bereits erwähnten genannten Absenkung des Rasenspielfeldes auf ca. 317,50 NN verstärkt sich das Grundwasserproblem, da ein störungsfreier Sportbetrieb auf Spielfeld und Laufbahn ganzjährig gesichert sein muss. Gleichzeitig sind die Auflagen zum Schutz des Grundwassers und zum ökologisch vertretbarem Umgang mit dem gesamten Wasserhaushalt zu beachten und einzuhalten.

2 Planung

Bei den zuständigen Behörden wurde ein Antrag auf „Wasserrechtliche Erlaubnis zur Einleitung von nicht schädlich verunreinigtem Niederschlagswasser“ gestellt, welcher die Speicherung, Wiederverwendung und geordnete Abführung des gesamten Regenwassers im Bereich der angeschlossenen Flächen zum Inhalt hat.

2.1 Entwässerungskonzept

Rasenspielfeld und Rundlaufbahn mit allen leichtathletischen Nebenanlagen erhalten einen wasserdurchlässigen Aufbau mit einem leistungsfähigen Dränsystem darunter. Dies ist unter anderem besonders für die Bodenheizung des Rasenspielfeldes von größter Bedeutung, weil feuchte Bodenlagen direkt unter dem Heizschlangensystem mit ihrer hohen Wärmeleitfähigkeit den funktionsgerechten Betrieb der Rasenheizung empfindlich stören würden. Aber schon allein die nach DIN 18035/4 konzipierten Sportrasenflächen und nach DIN 18035/6 geplanten Kunststoffflächen machen eine funktions- und leistungsfähige Dränung nach DIN 18035/3 zwingend erforderlich.

Die Drän- bzw. Teilsickerleitungen werden an ein Regenwasserkanalsystem angeschlossen, welches im wesentlichen zwischen der Rundlaufbahn und der Tribünenkante liegt. Der Regenwassersammelkanal führt unter dem Marathontor Nord hindurch zu den neu zu errichtenden unterirdisch verlegten Sammelbehältern im nordöstlichen Stadionbereich am Max-Morlock-Platz.

Das zu erwartende Grundwasser aus dem Rückstaubereich der Tribünenunterfangung wird in einem mit 316,35 NN definiertem Punkt in den Schacht Nr. 103 des oben erwähnten Sammelkanals eingeleitet.

Aus Gründen der Abflusssicherheit führt diese Sammelleitung mit Gefälle in den zuunterst liegenden Sammelbehälter mit ca. 400 m³ Fassungsvermögen, wodurch auch Spitzenwerte von Regenereignissen abgedeckt werden können. Die darüber liegenden Speicherbehälter werden über leistungsfähige Unterwasserpumpen (mit doppelter Kapazitätsauslegung) befüllt und dienen zur Bevorratung von Gießwasser für die Beregnung der Sportrasenflächen und anderer Grünflächen. Das überschüssige Wasser wird über einen neu zu errichtenden R-Kanal dem nahe liegenden Langwasserbach zugeleitet, welcher wiederum im Dutzendteich mündet.

Der neue gestaltete Ehrengastparkplatz auf dem Gelände der ehemaligen Ballwiese des Stadionbades mit einer Gesamtfläche von ca. 7.000 m² wird als Schotterrasen (Stellplätze) und Rasenfugenpflaster (Fahrgassen) in wasserdurchlässiger Bauweise nach FLL - Empfehlung ausgeführt. Das anfallende Regenwasser wird über Rinnen und Dränleitungen über Rigolen im Baugrund versickert, bzw. in einem vorhandenen Kanal über den nicht weit entfernten Langwasserbach wieder dem Grundwasserkreislauf zugeführt.

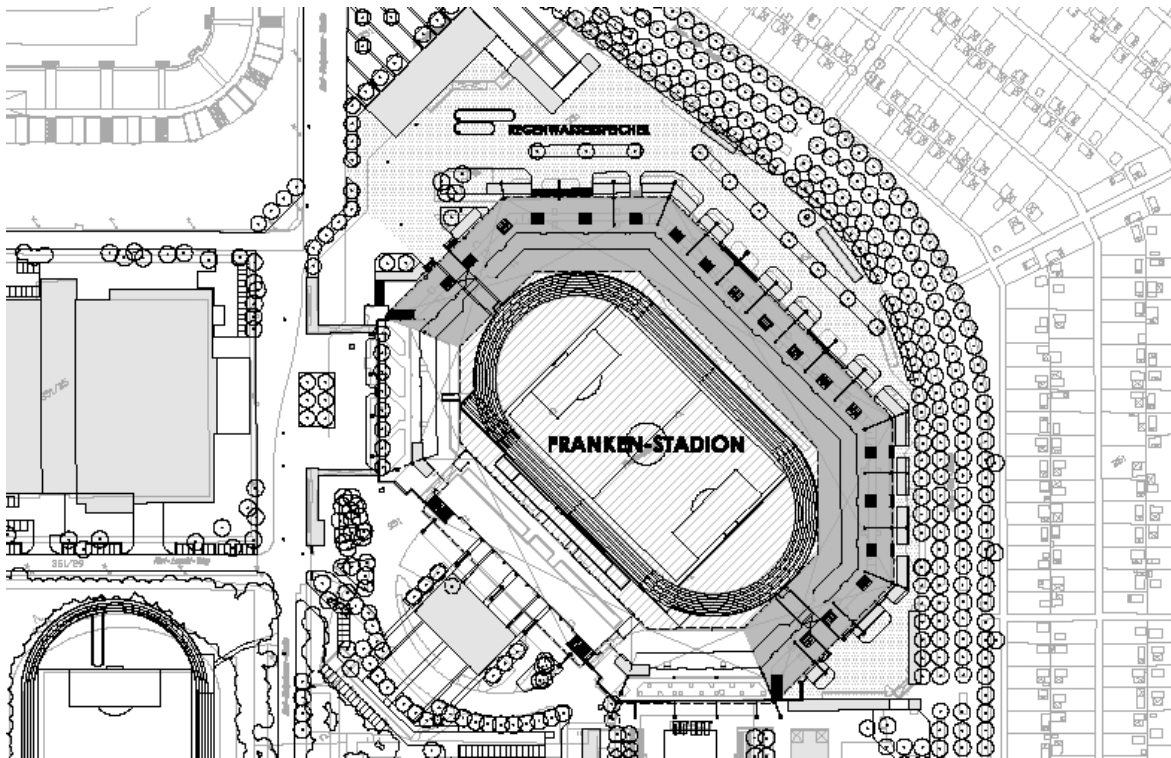


Abbildung 1: Einzugsflächen Regenwasserspeicherung

2.2 Technische Erläuterungen

Regenwasser

Alles nicht schädlich verunreinigte Niederschlagswasser der angeschlossenen Flächen wird in Sammelleitungen drei unterirdischen Regenwassersammelbehältern zugeführt. Dazu gehört auch das Regenwasser von zwei Dritteln der Tribürendachflächen sowie ein großer Teil der Wege und Plätze innerhalb des Stadionareals.

Dränung

Das gesamte Niederschlagswasser sowie das zur Sportrasenpflege erforderliche Gießwasser wird durch die Rasentragschichten bzw. wasserdurchlässigen Sportbeläge über Filter- und Dränschichten zum Baugrund hin abgeleitet. Dränstränge leiten das Sickerwasser aus den Sportflächen des Stadions dem Kanalsystem zum Regenwasserspeicher zu.

Unterfangung

Die erforderliche Absenkung des gesamten Stadion-Innenbereiches um 1,30 m macht eine Unterfangung der Tribünevorderkante notwendig. Durch eine HDI-Behandlung des unter den bestehenden Fundamenten vorhandenen Keuper-Baugrunds wird ein verhältnismäßig dichter Unterfangungskörper hergestellt, welcher mit vorgehängten Betonfertigteilen verblendet wird.

Hinter diesem „Stauer“ wird sich weiterhin Grundwasser einstauen, weshalb es erforderlich ist, dieses zuzickernde Grundwasser durch den Unterfangungskörper zum Innenbereich hin abzuleiten und getrennt der Vorflut zum Wasserspeicher zuzuführen. Entsprechenden Untersuchungen und Quantifizierungen wurden im Zuge der Voruntersuchungen gemeinsam mit der LGA Nürnberg durchgeführt.

Regenwasserkanal

Das anfallende Niederschlagswasser aus den angeschlossenen Wegen und Plätzen wird über Straßeneinläufe bzw. Entwässerungsrinnen gesammelt und zusammen mit dem Dachflächenwasser sowie dem Wasser aus dem Dränsystem und der Unterfangung über den bereits erwähnten Kanal den Regenwassersammelbehältern zugeführt.

Regenwassersammelbehälter

Das System der Regenwasserspeicherung besteht insgesamt aus 3 Großbehältern aus vorgefertigten Betonfertigteilen.

Das anfallende Drän- und Oberflächenwasser aus dem Stadion-Innenbereich wird zusammen mit dem restlichen Grundwasser aus der HDI-Unterfangung in einen ersten, in Tieflage angeordneten Speicher (RWS 1) mit einem Fassungsvermögen von ca. 400 m³ geleitet. Dieser Speicher wird durch eine leistungsfähige Unterwasserpumpe (Hebeanlage) in das am höchsten liegende Speicherbecken (RWS 3) dauerhaft weitgehend leer gehalten, damit eine ganzjährige, betriebssichere Ableitung des Wassers aus dem Stadioninnenraum durch möglichst große Aufnahmekapazität sichergestellt ist. In das zweite Speicherbecken (RWS 2) Becken mit einem Fassungsvermögen von ca. 250 m³ wird das anfallende Vorplatz und Dachflächenwasser eingeleitet. Über eine Rohrverbindung mit Staudruckklappe wird zusätzlich Wasser aus dem Speicherbecken RWS 3 eingespeist. Aus diesem Speicher werden ausschließlich die Beregnungsanlagen für die Rasenspielfelder des Stadions und der Nebenplätze und die Schotterrasenparkplätze versorgt.

Bei Erreichen des maximalen Füllungsgrades wird das überschüssige Wasser mit einer weiteren Hebeanlage in den dritten, ca. 350 m³ fassenden Speicher (RWS 3) geleitet. Das nicht für den Unterhalt der Grünflächen benötigte Wasser wird in diesem Becken mittels einer definierten Überlaufschwelle in einen R-Kanal geleitet und über den Langwasserbach dem nahen Dutzendteich zugeführt. Außerdem werden aus diesem Speicher auch Feuerwehr-Löschanschlüsse gespeist.

Die 3 unterirdischen Regenwassersammelbehälter mit einem Fassungsvermögen von insgesamt ca. 1.000 m³ werden aus monolithischen, halbschalenförmigen Stahlbeton-Fertigteilen B 45, WU hergestellt. Glatter Sichtbeton, einschließlich systembedingter Schließung der Verschraubungstaschen; wasserdichter und kraftschlüssiger Verbindungen mit umlaufenden Elastomer-Dichtungen an eingebauten Schraubankern. Zum Gesamtsystem passend sind Wanddurchführungen, Pumpensämpfe und Domschächte auszubilden. Der vorhandene, standfeste Baugrund aus mürbem bis mittelhartem Sandstein ermöglicht einen knapp bemessene Baugrubenaushub mit relativ steilen Böschungswänden und somit eine wirtschaftliche Bauweise einschl. Bauwasserhaltung. Die Auftriebssicherung der Betonbehälter in Tieflage wird durch das Übereinandersetzen der Speicher 1 und 2 sowie über einen Bodenkragen im Bereich der Baugrubenrückverfüllung des unteren Behälters erreicht.

Rasenparkplätze

Der neu zu errichtende Parkplatz für Ehrengäste (VIP I) auf der ehemaligen Ballspielwiese des Stadionbades sind nicht an das oben genannte Speichersystem angeschlossen.

Das anfallende Niederschlagswasser aus den mit Schotterrasen, bzw. Rasenfugenpflaster befestigten Stellplätzen und Fahrflächen, sowie der angrenzenden Wege wird über Entwässerungsrinnen gesammelt und über Teil- bzw. Voll-sickerrohre den insgesamt vier unterirdischen Versickerungsrigolen zugeführt. Das im Falle von Starkregenereignissen nicht so rasch versickernde Regenwasser wird über einen Dränstrang in einen vorhandenen Regenwasserkanal eingeleitet, welcher zum Langwasserbach zuführt. Die Rigolen wurden nach den Grundsätzen des ATV-Arbeitsblattes 138 in der Fassung vom Januar 2002 und den FLL - Empfehlungen zur „Versickerung und Wasserrückhaltung“ (Ausgabe 2000) sowie der einschlägigen DIN EN - Normen entwickelt. Um möglichst viel Niederschlagswasser in den 4 jeweils 7,20 m langen und 1,60m breiten Rigol-Blöcken zwischenspeichern und verzögert versickern zu lassen, werden Kammermodule aus Polypropylen mit einem Speicherkoeffizienten von 0,95 ca. 0,50 m unter geplanter Geländehöhe in den gut wasserdurchlässigen Baugrund verlegt.

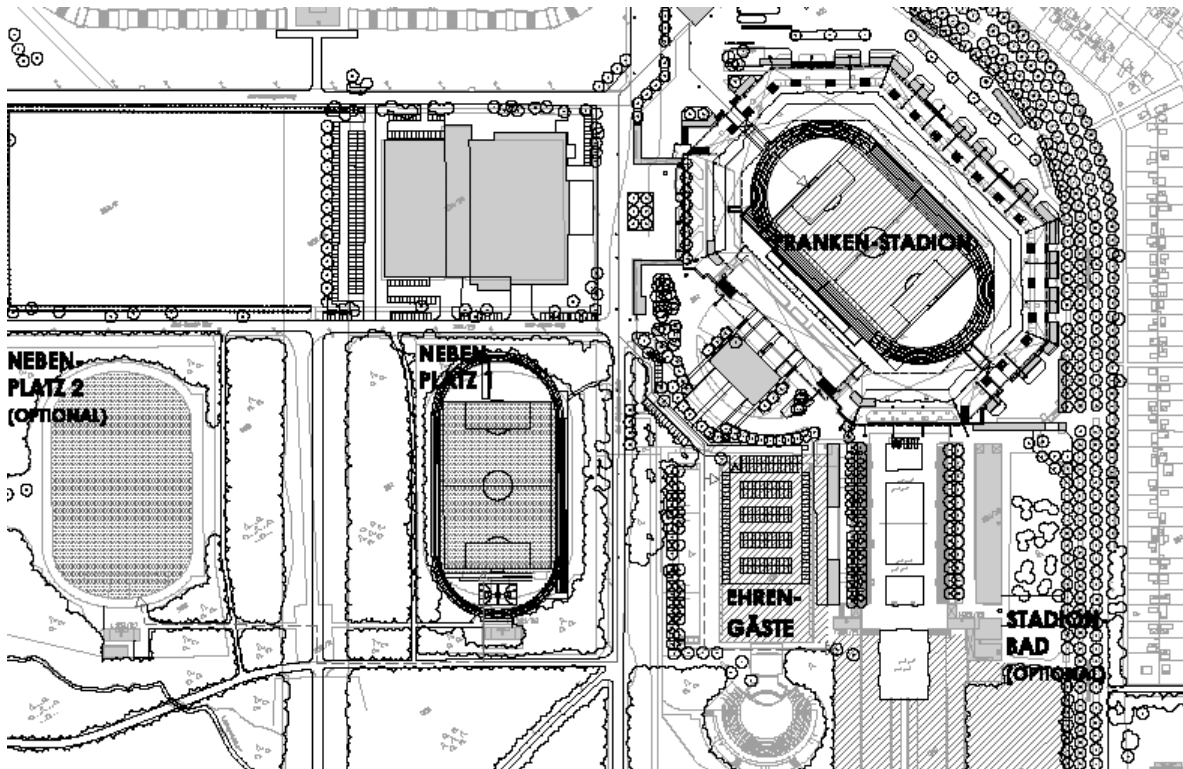


Abbildung 2: Beregnungsflächen

2.3 Berechnungen

Jährlicher Wasserbedarf

Tabelle 1: Jährlicher Wasserbedarf

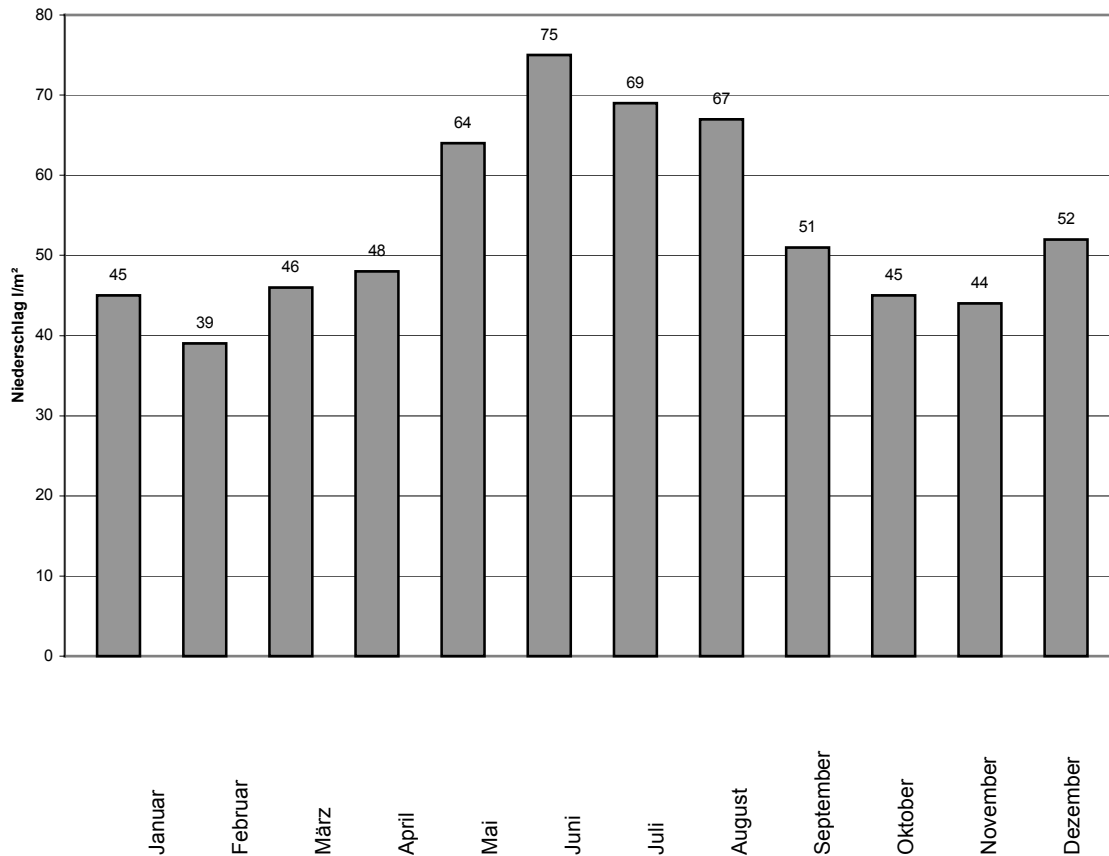
Bedarfsbereich	Fläche [m ²]	spez. Bedarf [l/m ²]	Bewässerungs-häufigkeit pro Jahr	Bedarf [m ³ /a]
Bewässerung Freisportanlagen				
Rasenspielfeld Franken-Stadion	8.000	20	10	1.600
Rasenspielfeld Nebenplatz 1	8.000	20	10	1.600
Zwischensumme 1				3.200
Bewässerung sonstiger Flächen				
Parkplatz Ehrengäste / VIP I	7.000	14	10	1.000
Grünflächen im Stadion-Umgriff	8.000	15	6	720
Zwischensumme 2				1.720
Bewässerung (optional)				
Rasenspielfeld Nebenplatz 2	8.000	20	10	1.600
Spiel- und Liegewiesen Stadionbad	25.000	8	15	3.000
Zwischensumme 3				4.600
Zwischensumme 1 + 2				4.920
Zwischensumme 1,2 + 3				9.520

Der Bedarfszeitraum erstreckt sich v.a. auf die Vegetationsperiode von Mai bis September.

Regenwasserertrag

Langjährige Niederschlagsverteilung für Nürnberg

Tabelle 2: Langjährige Niederschlagsverteilung für Nürnberg



(lt. Deutscher Wetterdienst, Wetterstation Nürnberg. Normalwerte für die Periode 1961 - 1990)

Das entspricht einem Gesamtniederschlag / Jahr von 644 l/m² ≈ 645 l/m² (100%)

Hiervon entfallen im Durchschnitt auf die Monate Mai bis September (innerhalb der Vegetationsperiode): **326 l/m²** (50,6%) und **319 l/m²** (49,4%) auf die Monate Oktober bis April (außerhalb der Vegetationsperiode).

Berechnung des Regenwasserertrags (V_R)

$$V_R = \text{Einzugsfläche} \times \text{Regenspende} \times \text{Abflussbeiwert } (\psi)$$

Der jeweils angegebene Abflussbeiwert orientiert sich weitestgehend an der DIN 1986-100: 2002-03. Davon abweichend resultieren die geringere Abflussbeiwerte des Sportrasens aus einer Bauweise mit Flächendrainung, die geringeren Abflussbeiwerte der Kunststoffbeläge begründen sich in einer wasserdurchlässigen Bauweise.

Die geringeren Abflussbeiwerte der geplanten Beläge ergeben sich aus einem technisch zwingend erforderlichem Quergefälle, welches einen Teil des Niederschlagswassers in die angrenzenden Grünflächen zur direkten Versickerung einleitet.

Franken-Stadion mit Vorplatzflächen

Tabelle 3: Regenwasserertrag Franken-Stadion mit Vorplatzflächen

Art der Flächen	Fläche [m²]	innerhalb Vegetationsperiode			außerhalb Vegetationsperiode			
		r [l/m²]	ψ	V _R [m³]	r [l/m²]	ψ	V _R [m³]	
Sportrasen	8.000	326	0,1	260,8	319	0,1	255,2	
Kunststoffbelag	6.000	326	0,3	586,8	319	0,3	574,2	
Anschlussflächen Innenraum	3.600	326	0,5	586,8	319	0,5	574,2	
Tribünen-Dachflächen	12.300	326	1,0	4.009,8	319	1,0	3.923,7	
Platzflächen Asphaltbelag	10.200	326	0,8	2.660,2	319	0,8	2.603,0	
Platzflächen Betonpflaster	1.000	326	0,7	228,2	319	0,7	223,3	
Platzflächen Rasenfugenpflaster	1.700	326	0,6	332,5	319	0,6	325,4	
Pflanzflächen	3.700	326	0,0	0,0	319	0,0	0,0	
	46.500			8.665,1			8.479,0	
Zzgl. Wasser aus Unterfangung (~ 70 m³/d)		153dx70m³=			10.710,0	212dx70m³=		14.840,0
				19.375,1			23.319,0	
		gerundet		19.400,0	gerundet		23.300,0	

Parkplatz für Ehrengäste / VIP I

Tabelle 4: Regenwasserertrag Parkplatz für Ehrengäste / VIP I

Art der Flächen	Fläche [m²]	innerhalb Vegetationsperiode			außerhalb Vegetationsperiode		
		r [l/m²]	ψ	V _R [m³]	r [l/m²]	ψ	V _R [m³]
Dachflächen (extensiv begrünt)	550	326	0,4	71,7	319	0,4	70,2
Asphaltbelag	1.000	326	0,8	260,8	319	0,8	255,2
Rasenfugenpflaster	2.400	326	0,6	494,4	319	0,6	459,4
Schotterrasen	4.600	326	0,2	299,9	319	0,8	293,5
Pflanz-/Rasenflächen	1.400	326	0,0	0,0	319	0,0	0,0
	9.950			1.126,8			1.078,3
		gerundet		1.100,0	gerundet		1.000,0

Gegenüberstellung Bedarf / Regenwasserertrag

Franken-Stadion mit Vorplatzflächen

Tabelle 5: Gegenüberstellung für die Flächen gemäß Tabelle 1: Zwischensumme 1 + 2

Zeitabschnitt	Bedarf [m³]	& Ertrag (aus Tabelle 3) [m³]	Überschuss/Fehlbedarf [+/- m³]
Innerhalb der Vegetationsperiode	4.920	19.400	+ 14.480
Außerhalb der Vegetationsperiode	0	23.300	+ 23.300
Gesamt			+ 37.780

Somit ergibt sich bei einem Gesamtbedarf von 4.920 m³, welcher zugleich die Einsparung von Trinkwasser aus dem Stadtnetz darstellt, ein auf das ganze Jahr gesehener Überschuss von 37.780 m³. Dieses nicht schädlich verunreinigte Überschusswasser wird dem ca. 400 m entfernt liegenden Langwasserbach zugeleitet und dort dem Grundwasserhaushalt des geschützten Auenwaldes und dem benachbarten Dutzendteich zugeführt.

Tabelle 6: Gegenüberstellung für die Flächen gemäß Tabelle 1: Zwischensumme 1, 2 + 3

Zeitabschnitt	Bedarf [m³]	& Ertrag (aus Tabelle 3) [m³]	Überschuss/Fehlbedarf [+/- m³]
Innerhalb der Vegetationsperiode	9.520	19.400	+ 9.880
Außerhalb der Vegetationsperiode	0	23.300	+ 23.300
Gesamt			+ 33.180

Bei einer Bewässerung aller in 2.3.1 ermittelten Flächen ergibt sich ein auf das ganze Jahr gesehener Überschuss von 33.180 m³, welcher ebenfalls dem Langwasserbach und somit dem Grundwasserhaushalt zugeführt wird.

Parkplatz für Ehrengäste / VIP I

Tabelle 7: Gegenüberstellung Parkplatz für Ehrengäste / VIP I

Zeitabschnitt	Bedarf [m³]	& Ertrag (aus 3.2.2.2) [m³]	Überschuss/Fehlbedarf [+/- m³]
Innerhalb der Vegetationsperiode	0*	1.100	+ 1.100
Außerhalb der Vegetationsperiode	0	1.000	+ 1.000
Gesamt			+ 2.100

* bereits abgedeckt

Alles nicht schädlich verunreinigte Niederschlagswasser aus den Dach-, Zufahrts- Parkplatz- und Grünflächen wird über Straßeneinläufe bzw. Entwässerungsrinnen gesammelt und mittels Regenwasserkanälen sowie Teil-/ bzw. Vollsickerrohren direkt einem parallel zum Parkplatz verlaufenden vorhandenen Regenwasserkanal zugeführt, welcher das über ein Jahr anfallende Überschusswasser von 2.100 m³ aufnimmt und dem Langwasserbach zuführt.

Die zwischengeschalteten Versickerungsblöcke mit einem Speichervolumen von $V_S = 29 \text{ m}^3$ [Rechengang: $V_S = \text{Länge} \times \text{Breite} \times \text{Höhe} \times \text{Speicherkoefizient} = 4 \times (7,20 \times 1,60 \times 0,66 \times 0,95)$] puffern zusammen mit den Dränleitungen Starkregenereignisse ab und leiten so das ankommende Niederschlagswasser verzögert in Richtung Langwasserbach und Dutzendteich ab.

3 Zusammenfassung

Gegenüber dem jetzigen Zustand, in dem das gesamte Regenwasser aus dem Areal des Franken-Stadions über die Mischkanalisation zur Kläranlage im Westen der Stadt Nürnberg befördert wird sowie sämtliches Gießwasser für die Freisport- und Außenanlagen dem Trinkwassernetz des Nürnberger Energieversorgungsunternehmens N-ERGIE entnommen wird, werden mit der vorliegenden Konzeption schon gravierende Verbesserungen erreicht.

Das Sammeln und Speichern von Regenwasser zur Wiederverwendung entspricht den ökologischen Zielen und Grundsätzen der Stadt Nürnberg und des nachhaltigen ressourcensparenden Umweltschutzes. Unter ökonomischen Gesichtspunkten wird sich die Maßnahme bei zunehmender Nutzungsdauer durch die Möglichkeit sparsamer und wirtschaftlicher Betriebsführung bei Unterhalt und Pflege der Freisport- und Außenanlagen rasch amortisieren.

Anschrift der Verfasser:

Dipl.-Ing. Cristoph Benoist, Landschaftsarchitekt BDLA
Klaus Werthner, Landschaftsarchitekt BDLA
Thiele LandschaftsArchitekten GmbH, 91126 Schwabach, Tel: 0911 / 63 60 13